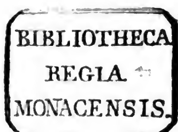
NATUR UND GESCHICHTE: WELT- U. GESCHICHTSBILDER. ¬DIE...

Karl Riel



Riel

Natur und Geschichte.



Natur und Geschichte.

Welt- und Geschichtsbilder

von

Karl Riel.

> Wissen und Erkennen ist die Freude und die Berechtigung der Menschheit.
>
> A. v. Humboldt.

Einleitung.



Leipzig:
F. A. Brockhaus.

1863.

Die Geschichte der Menschheit

und

das Weltganze.

Von

Karl Riel.



Leipzig:
F. A. Brockhaus.

1863.

Uebersicht des Inhalts.

---

welche sie sämmtlich auf die eine oder andere Weise mitwirken für die Zwecke des Ganzen, als Glieder und Organe erscheinen im Organismus der Gesammtheit.

Das Sein und Werden dieses Gesammtorganismus der Menschheit zur Anschauung zu bringen, ist

4. Die Aufgabe der Menschheitsgeschichte. (S. 50—73.)

Um ihrer Lösung näher zu kommen, muß uns von der frühesten historischen Zeit an, durch alle Zeiträume der Entwickelung hindurch, Jahrhundert für Jahrhundert das jedesmalige Gesammtbild der Menschheit — wie auf einer Erdkarte in Mercator's Projection — vor Augen treten.

Ein jedes einzelne dieser Panoramen muß uns die Entwickelungen der einzelnen Völker, ihre wechselseitigen Beziehungen und ihre Beziehungen zur Gesammtheit erkennen lassen, und jedes folgende wiederum aus dem frühern hervorwachsen. Als Spiegelbilder der Wirklichkeit muß deren lebendiger Hauch sie durchdringen, müssen sie in sich enthalten, was man als Philosophie der Geschichte von dieser getrennt hat. Die Geschichte muß zugleich Philosophie der Geschichte sein.

Aus der Gesammtheit dieser aufeinander folgenden Bilder, als ebenso vieler Entwickelungsstadien der Menschheit, muß sich das Gesetz der Entwickelung von selbst ergeben.

Diese ist jedoch keine selbständige, für sich bestehende; denn die Geschichte steht nicht neben, sie steht innerhalb der Natur; nur in der Harmonie der ganzen vollen Welt der Erscheinungen kann sie verstanden werden, denn:

5. Die Menschheitsgeschichte ist nur ein Theil der Erdgeschichte. (S. 74—88.)

Das Erdganze mit allem, woraus es besteht, also auch mit Einschluß des Menschenlebens, bildet einen höhern Gesammtorganismus. Das Menschenleben ist eines der wichtigsten Organe desselben, in welchem das Seelenleben des Gesammtorganismus oder doch die höchste Manifestation desselben zur Erscheinung kommt.

Um dieses und seine Entwickelung zu verstehen, müssen wir auch der Wechselwirkung nachforschen zwischen dem Körper „Erde" und der Seele „Menschheit", zwischen Natur und Geist.

Die gesammten Naturwissenschaften also müssen in ihrer Beziehung zur Geschichte der Menschheit und diese muß wiederum in ihrer untrennbaren Verbindung mit der gesammten Natur aufgefaßt werden.

In diesem allesumfassenden Sinne ist die Geschichte der Mensch-

heit die Wissenschaft des irdisch erfüllten Raumes im Flusse der Zeit.

Dieser irdisch erfüllte Raum, dieses Erdganze ist aber wieder nur Glied eines höhern Organismus, des Sonnensystems, mit welchem es sich einfügt dem Organismus des Weltsystems.

6. Die Erdgeschichte ist nur ein Theil der Weltgeschichte.
(S. 89—121.)

Eine solche ist für jetzt unmöglich.

Zunächst kommt es darauf an, die daseiende, die gewordene Welt und den innern Gesammtzusammenhang alles Seins zu erkennen.

Das Endziel aller Wissenschaft: die Erkenntniß des höchsten Gesetzes, unter dem Natur und Geschichte stehen, läßt sich durch das „reine Denken" nicht im Fluge erhaschen. Von der gegebenen Wirklichkeit müssen wir ausgehen, gleichsam die Summe ziehen des bisher Erreichten, um so Schritt für Schritt jenem Ziele näher zu kommen.

Der Widerstreit von Glaube und Wissen ist ein mächtiges Agens für dieses Streben. Er muß daher bleiben, denn er bedingt die Entwickelung.

Philosophie und Erfahrung dagegen müssen ineinander aufgehen; ihr Zusammenwirken bringt den Fortschritt der Erkenntniß hervor.

Die Philosophie muß das Herz und die Seele der Einen untheilbaren Wissenschaft werden, welche alle ihre Zweige zu einem Ganzen eint, der Spiegel des Reflector, welcher die physische und geistige Erscheinungswelt in harmonischer Totalauffassung als Gesammtgemälde wiederstrahlt.

Die Grundlage für eine solche Philosophie der Zukunft ist der „Kosmos", der uns zugleich gezeigt hat, wie wir der Fülle der Erscheinungen Herr zu werden vermögen, indem wir sie gruppenweise so ordnen, wie sie durch ein Naturgesetz verbunden erscheinen.

Als das Allgemeine, als der Hintergrund, von dem sich alles Einzelne abhebt, erscheint hiernach das Weltsystem.

Vom Allgemeinen fortschreitend zum Besondern, vom Ganzen zu den Theilen, ergibt sich folgender Gang der Darstellung.

7. Gang der Darstellung. (S. 122—129.)

I. Das Weltsystem im vorläufigen Umrisse.

II. Das Erdsystem:

1. als Glied des Planetensystems der Sonne; zugleich aber wieder

2. als ein in sich bestehendes System, als der individuelle Erdorganismus, den uns offenbart:
   a) die Entstehungsgeschichte, die in Wechselbeziehung stehende Bildungsgeschichte aller seiner Theile bis hin zum Erscheinen des Menschen;
   b) das Gesammtleben des Gewordenen, das Ineinandergreifen aller seiner Theile und Glieder, durch die Wechselwirkung aller einzelnen Kraftäußerungen, die wir an ihm wahrnehmen, der physischen, chemischen, vitalen und geistigen, als ebenso vieler Functionen dieses Gesammtlebens.

   Nachdem so mit der „Geschichte der Erde" der Schlüssel zum Himmel gewonnen ist und die Fäden vor uns liegen, welche das Erdenleben mit dem solaren und kosmischen verknüpfen, wird das oben nur im Umrisse gezeichnete Weltgemälde näher auszuführen sein, um uns die Mechanik des Himmels erkennen zu lassen als den Organismus des Universums.

   In diesem erst wird dann zum Verständniß kommen:
   c) die weitere Entwickelungsgeschichte des Erdganzen vom Entstehen der Menschheit an, die nunmehr zusammenfällt mit der

Geschichte der Menschheit,

welche, die Wechselwirkung physischen und geistigen Lebens umfassend, sich darstellt als die Entwickelungsgeschichte des Erdganzen, und mit diesem, die Einheit offenbarend von Natur und Geist, ein einzelner Ring seiner unendlichen Wesenkette, sich einfügt in den allesverschlingenden Kreis des Weltlebens, die Aufgabe des Erdganzen erfüllend, als Organ im Organismus des Universums.

8. **Die endliche Lösung der Aufgabe der Menschheitsgeschichte** (S. 130—138) ist Sache der Gesammtheit, ist die Aufgabe der ganzen Menschheit, zu welcher eine jede Zeit und der Einzelne in ihr durch sein Leben selbst seinen Beitrag liefert.

Nur in diesem Sinne will der nachfolgende Versuch einer Gesammtauffassung von „Natur und Geschichte" in ihren Wechselbeziehungen verstanden sein.

Mundus aeterna res et invicta mutatur.

Einleitung.

Das ungeheuere Gewühl der sich drängenden Weltbegebenheiten, zum Theil hervorgehend aus der Beschaffenheit des Erdbodens, der Natur der Menschheit, dem Charakter der Nationen und Individuen, zum Theil wie aus dem Nichts entsprungen, und wie durch ein Wunder gepflanzt, abhängig von dunkel geahneten Kräften, und sichtbar durchwaltet von ewigen, tief in der Brust der Menschen gewurzelten Ideen, ist ein Unendliches, das der Geist niemals in Eine Form zu bringen vermag, das ihn aber immer reizt, es zu versuchen, und ihm Stärke gibt, es theilweise zu vollenden.

W. v. Humboldt.

1.

Geschichte und Vorzeit.

„Niemand kann an den Strömen der Stämme des jetzigen Menschengeschlechts bis zu ihren Quellen hinaufsteigen; noch weniger die Kluft überschauen, welche dort die Ordnung, zu der wir und die Geschichte gehören, von einer frühern trennt.“ (Niebuhr.)

„Soweit unsere Kenntniß reicht, gibt sie uns die Gewißheit, daß geschichtlich, oder auch nur durch irgend sichere Ueberlieferung keine Zeit zu ermitteln ist, in welcher das Menschengeschlecht nicht in Völkerhaufen getrennt gewesen

wäre. Einzelne an sehr verschiedenen Punkten der Erde ohne irgend sichtbaren Zusammenhang wiederkehrende Sagen lassen zwar das ganze Menschengeschlecht von Einem Menschenpaare abstammen, und eben hierin, in der weiten Verbreitung dieser Sage, hat man eine Urerinnerung der Menschheit finden wollen. Gerade dieser Umstand aber beweist vielmehr, daß ihr keine Ueberlieferung und nichts Geschichtliches zum Grunde lag, sondern nur die Gleichheit der menschlichen Vorstellungsweise zu derselben Erklärung der gleichen Erscheinung führte; wie gewiß viele einander entsprechende Mythen, ohne geschichtlichen Zusammenhang, blos aus der Gleichheit des menschlichen Dichtens und Grübelns entstanden. Jene Sage trägt auch darin ganz das Gepräge menschlicher Erfindung, daß sie die außer aller Erfahrung liegende Erscheinung des ersten Entstehens des Menschengeschlechts auf eine innerhalb heutiger Erfahrung liegende Weise und so erklären will, wie in Zeiten, wo das ganze Menschengeschlecht schon Jahrtausende hindurch bestanden hatte, eine wüste Insel oder ein abgesondertes Gebirgsthal mag bevölkert sein.“ (W. v. Humboldt.)

Vergeblich waren daher, und werden es ewig bleiben, die Forschungen nach der Wiege des Menschengeschlechts.

„Die Geschichte, soweit sie durch menschliche Zeugnisse begründet ist, kennt kein Urvolk, keinen einigen ersten Sitz der Cultur, keine Urphysik oder Naturweisheit, deren Glanz durch die sündige Barbarei späterer Jahrhunderte verdunkelt worden wäre. Der Geschichtsforscher durchbricht die vielen übereinander gelagerten Nebelschichten symbolisirender Mythen, um auf den festen Boden zu gelangen, wo sich die ersten Keime menschlicher Gesittung nach natürlichen Gesetzen entwickelt haben. Im grauen Alterthum, gleichsam am äußersten Horizont des wahrhaft historischen Wissens, erblicken wir schon gleichzeitig mehrere leuchtende Punkte, Centra der

Cultur, die gegeneinander strahlen: so Aegypten, auf das wenigste fünftausend Jahre vor unserer Zeitrechnung, Babylon, Ninive, Kaschmir, Iran und China seit der ersten Colonie, die vom nordöstlichen Abfall des Kuen-lün her in das untere Flußthal des Hoangho eingewandert war. Diese Centralpunkte erinnern unwillkürlich an die größern unter den funkelnden Sternen des Firmaments, von denen wir wol die Stärke des Glanzes, nicht aber, einige wenige ausgenommen, die relative Entfernung von unserm Planeten kennen." (A. v. Humboldt.)

Doch wenn wir auch wegen der Weite der Entfernung die einzelnen Strahlen nicht mehr unterscheiden können, welche von einem zum andern herüber und hinüberschießen, wenn sie uns ebendeshalb nur als einzelne leuchtende Punkte erscheinen, so reicht das Licht, welches sie über das Dunkel der Vorzeit verbreiten, doch aus, um uns erkennen zu lassen, daß, soweit die Geschichte als solche zurückzubringen vermag in die Vergangenheit, die Erde im großen und ganzen war, wie sie heute ist; dieselbe Vertheilung des Festen und Flüssigen, dieselbe Verschiedenheit der Menschenstämme in körperlicher Bildung wie heute, ja im wesentlichen sogar dieselben Verbreitungssphären der verschiedenen Stämme der Weißen und Schwarzen und der dazwischenliegenden farbigen Varietäten. Nicht minder an den einzelnen erkennbaren Planetenstellen der ältesten „historischen" Zeit auch in gleicher Weise wirkende Einflüsse der Naturumgebung, des Klimas, der Lebensweise, überhaupt der gesammten geographischen Verhältnisse, relativ gleiche Verschiedenheiten und Gegensätze und gleiche bewegende Leidenschaften in der Gesellschaft und Staatsgemeinschaft; vor allem aber auch dieselben Bahnen der Entwickelung, dieselben sie bedingenden Ursachen, Verkehrsbeziehungen, Wanderungen, Kriege, Völkermischungen u. s. w., und daneben jene unerforschten, sich aller

1*

Berechnung entziehenden, treibenden Kräfte, wie wir sie heute noch wirksam sehen, — mit einem Wort: „Wo sich der Schleier der Vorzeit hebt, ist das große Drama der Menschheitsgeschichte bereits im vollen Gange.“ (Gobineau.)

Nicht der erste Act also ist es, der sich hier vor unsern Blicken entrollt.. Mitten hinein treten wir in das bewegte Leben der Menschheit, ohne auch nur annähernd die ungezählten Jahrtausende schätzen zu können, welche am fernen Firmament in die unbekannte Nacht hinabgetaucht sind. Glaube und Speculation mögen solche Schätzungen versuchen, nicht aber sie einreihen wollen in die Geschichte, welche dort ihre festen Grenzen findet, wo der von jedem theologischen und philosophischen System und Vorurtheil freie Blick des Geschichtsforschers nicht mehr sicher bezeugte Thatsachen zu erkennen vermag. Diese „urkundlich“ *) verbürgte Er-

*) Es ist jetzt, wie Lepsius in der Einleitung zur Chronologie der Aegypter bemerkt, für die neuere geschichtliche Kritik ein Erfahrungssatz geworden, der, einmal ausgesprochen, auch seiner innern Nothwendigkeit nach nicht schwer einleuchtet, daß die wirkliche Geschichte im engern Sinne bei keinem Volke sehr viel höher zurückreicht, als ihre ältesten gleichzeitigen Quellen. Dieser Satz gilt sowol für uns, deren sichere Schlüsse in der Geschichtsforschung nicht weit darüber hinausgehen, als in der Regel auch für die Völker selbst; denn diese pflegen ein geschichtliches Bewußtsein und eine geschichtliche Erfahrung erst zu gewinnen, wenn sie beginnen Denkmäler, die Zeugen des Geschehenden für die Nachkommen, vorzüglich schriftliche, zu schaffen. Denkmäler bilden das Zifferblatt der Geschichte; solange diese nicht vorhanden sind, gehört einem Volke nur seine Gegenwart, nicht seine Vergangenheit, es lebt ohne Geschichte. Verliert ein Volk seine Denkmäler, sei es durch eigene Schuld oder die der Verhältnisse, so wird es auch seine Geschichte nicht retten können, sie geräth in Unordnung, wird zur Tradition und gewinnt im besten Fall statt des verlorenen rein geschichtlichen ein anderes Princip der innern Ordnung, ein poetisch-mythologisches wie bei den Griechen, ein philosophisch-mythologisches wie bei den Indiern, oder ein religiöses, wie bei den Israeliten, verliert aber stets ihren ursprünglichen, zeitgeschichtlichen Werth.

scheinungswelt ist der einzig feste Boden der Geschichte. Ohne ihn schwebt jede Speculation über die Urzeit in der Luft.

Weder die Theologie noch die vergleichende Sprachforschung und Mythologie kann jenen Boden schaffen. Nur das Dunkel können sie erhellen, welches auf dem ältesten erreichbaren Geschichtsgrunde ruht, wenn derselbe anderweit sicher gestellt ist. Von diesem festen Ufer aus mögen sie uns dann ahnungsvolle Blicke thun lassen in das jenseit liegende unabsehbare Meer der Weltgeschichte und seine Strömungen, deren Anfänge und Ursprünge dem „historischen" Wissen verschlossen sind. Diese Anfänge aber einreihen in die Geschichte der Menschheit heißt Glaubensmeinungen oder Erzeugnisse der Speculation an die Stelle der Geschichte setzen!

Mag der Glaube der verschiedenen Völker und Zeiten sich jene Anfänge je nach den verschiedenen, durch ihre besondere individuelle Entwickelung bedingten religiösen Vorstellungen denken und ausmalen, es gehört dies eben dem Glauben, nicht der Geschichte an, deren fester Grund einzig und allein „das Wissen" ist.

Hiermit tritt uns sofort am Eingange der Geschichte der ungeschlichtete Zwiespalt zwischen „Glaube" und „Wissen" entgegen.

Soll uns dieser ewige Störenfried nicht bei jeder folgenden Frage immer und immer wieder in den Weg treten, wir müssen von vornherein ihm fest ins Auge sehen, damit unsere Stellung zu ihm klar und uns die Bahn frei werde, auf der wir dem „Wissen und Erkennen", dieser „Freude und Berechtigung der Menschheit", nachzustreben versuchen wollen.

„Glaube und Wissen", darin stimmen wir Gruppe

bei *), „sind geschiedene Sphären, nicht ineinander übergreifend; ihre Gebiete liegen weit auseinander, nicht einmal angrenzend (?), ein weiter Spielraum für beide bleibt dazwischen.

---

*) Mit welchen Modificationen — darauf kommen wir später zurück. Schon hier indeß wollen wir hervorheben, daß wir unsererseits nicht wähnen, die Gebiete des Glaubens und Wissens so absolut scheiden zu können, daß, wie Gruppe meint, „sie sich gar nicht mehr berühren und hiermit aller Conflict, alle Collision fortan zwischen ihnen unmöglich sei".

Was Geschichte und Erfahrung, und was die menschliche Natur uns lehren, scheint uns die Möglichkeit einer solchen Trennung auszuschließen. Vollkommen damit einverstanden, daß die inductive Forschung auf die Ergründung der „letzten Ursachen" verzichte — geschweige denn, daß sie damit anheben wolle —, daß sie vielmehr unten auf der Erde fußend, den Schluß nach oben hin offen lasse, und grundsätzlich über die letzten Enden alles Daseins nicht abspreche, sind wir doch der Meinung, daß hiermit die Collisionen mit dem Glauben nichts weniger als unmöglich geworden sind. Denn indem die Forschung, wenn auch nur Schritt für Schritt, so doch unaufhörlich zu jenen letzten Enden hin vordringt, greift sie ebenso unaufhörlich in Gebiete ein, welche der Glaube bis dahin für sich in Anspruch nahm, tritt sie in ewigen Kampf mit den jedesmaligen Glaubensvorstellungen, wirkt sie unaufhörlich läuternd und umgestaltend auf diese, wie diese wiederum anregend und fördernd auf jene, selbst da, wo sie dem Fortschritt der Erkenntniß entgegentreten.

Der hierdurch gegebene Kampf beider und ihre Wechselwirkung aufeinander erscheint somit als ein Hauptagens, als eine so wesentliche Grundbedingung ihrer beiderseitigen Fortentwickelung, daß er nur mit der Vollendung dieser, d. h. mit der Erreichung des Endziels aller Entwickelung selbst ein Ende finden kann.

Das Auseinanderhalten der eigentlichen Gebiete beider Thätigkeiten kann daher jenen Kampf nicht aufheben, sondern nur das erstreben wollen, daß beide sich als gleichberechtigte Functionen E i n e s Geistes anerkennen, die, nach demselben Ziele ringend, sich nicht einander über- oder unterordnen dürfen, vielmehr zusammenwirkend dem Ganzen zu dienen haben. Nur so scheint das freie Spiel der Kräfte und doch zugleich die harmonische Wechselwirkung dieser, in der Wesenheit der menschlichen Natur begründeten, an sich verschiedenen und selbständigen, und doch wieder engverknüpften Geistesthätigkeiten möglich.

Nur in diesem Sinne also, nicht aber um dem bequemen Dualismus

Der Glaube kann dem Wissen nichts hinzufügen, das Wissen nichts dem Glauben", in wie untrennbarer Wechselbeziehung und vielfacher Wechselwirkung beide auch stehen mögen.

So ist es wenigstens für jetzt, so wird es nicht immer sein. Denn die Bahnen beider laufen nicht parallel, sie convergiren. Am Ziel der Menschheit werden sie zusammenfallen. Von diesem sind wir noch weit entfernt, sind noch in den Kinderschuhen.

Alle Versuche, es zu anticipiren, müssen daher noch lange mislingen, wie sie bisher mislungen sind. Nur Zeugniß geben sie, daß die Menschheit sich ihres Ziels bewußt ist, daß sie ihm nachstrebt.

Es schon jetzt zu erreichen, schon jetzt den Einklang von Glaube und Wissen herzustellen, ist eine Unmöglichkeit; nicht blos eine subjective, wie man in Selbstüberschätzung jene „doppelte Buchführung" verspottend, eingewendet hat, sondern eine aus dem Gesetz der Entwickelung, in deren Anfängen wir noch immer stehen, mit Nothwendigkeit folgende.

So oft man auch gewähnt hat, die Lösung sei gefunden, es war Selbsttäuschung; hüben und drüben, im Lager der Philosophen wie in dem der Theologen. Nicht minder in dem der Materialisten.

Vor dem Richterstuhl der Geschichte hat keine bestanden und wird es auch nicht. Erst mit dem Ende der Tage wird die wahre Lösung auch dieser Aufgabe der Menschheit erreicht sein.

---

einer „doppelten Buchhaltung" das Wort zu reden, wollen wir unsererseits ihre Gebiete, soweit dies überhaupt möglich, auseinander halten; obwol wir wissen, daß in Wirklichkeit beide sich nicht nur berühren, sondern, durch untrennbare Wechselbeziehungen zu unlösbarer Einheit verknüpft, eine absolute Scheidung gar nicht zulassen. Insoweit also dürften die obigen Worte Gruppe's zu modificiren sein.

Nicht ja von Anfang lehrten die Götter den Sterblichen alles,
Sondern sie finden durch Suchen im Laufe der Zeiten das Beßre.

Dieses alte Wort des Xenophanes muß nothwendig gelten, solange noch etwas zu finden, solange noch Fortentwickelung möglich ist. Alles gefunden haben, heißt am Ziele sein. Bis dahin bleibt nicht minder wahr das andere Wort des Kolophoniers:

Träfe auch zufällig einer das völlig Richtige, weiß er's
Selbst doch nicht, denn Wahn ist über das alles verhänget. *)

Warum also nicht mit Goethe bekennen:

Will mich des Worts nicht schämen,
Wir tasten ewig an Problemen.

Die absolute Wahrheit, sie steht am Ende der geistigen Palästra, ist der endliche Siegespreis des irdischen Ringens, nach dem Wissen und Glauben strebt, dessen Erringung beide zu einer höhern Einheit verschmelzen wird.

Bis dahin liegen ihre Bahnen noch auseinander, dürfen Glaube und Wissen nicht ineinander übergreifen, nicht einander über- oder untergeordnet werden.

Dies muß klar erkannt, offen eingestanden und demgemäß gehandelt werden.

Nur mit dieser Erkenntniß wird, soweit dies für jetzt möglich, zwischen beiden Friede; nur so wird die Wissenschaft frei, der Glaube unabhängig werden, nur mit ihr auch unbefangene Auffassung der Menschheitsgeschichte mehr und mehr platzgreifen.

Noch aber gilt sie nicht. Wir sind daher genöthigt, uns hier sofort ein für allemal mit den Glaubensvorstellungen — den Producten der Glaubensthätigkeit — auseinander zu setzen, indem wir nicht als Geschichtsgrund gelten lassen,

---

*) Zeller übersetzt die Schlußworte δόκος δ' ἐπὶ πᾶσι τέτυκται mit „Zu meinen ist allen beschieden.“ Die obengegebene Röth'sche Uebertragung schien uns ungleich zutreffender.

was jene lehren; diesen vielmehr erst da finden, wo das Wissen beginnt; gleichviel ob der Glaube der einen die Anfänge um Millionen Jahre früher setzt, oder der Glaube der andern die Welt überhaupt erst zu einer Zeit (mit dem 4. Jahrtausend v. Chr.) läßt geschaffen werden, deren zum Theil noch heute vorhandenen Riesendenkmale uns laut redend verkünden, daß das Leben der Menschheit damals schon nach Jahrtausenden zählte.

Die Weltgeschichte ist das Weltgericht.

Als solches spricht sie über die verschiedenen Erscheinungsformen der religiösen Idee durch den Verlauf der weltgeschichtlichen Entwickelung selbst ihr Urtheil aus. Eine nach der andern absorbirend und umgestaltend, rauscht sie in majestätischem Strome daher. Es heißt, ihre Hoheit verkennen, wenn man sie zur Dienerin eines bestimmten Glaubens, eines bestimmten Dogma oder Systems machen will. Sie alle sind nur Manifestationen der Einen ewigen Gottesidee, welche nicht in einem bestimmten Volke, nicht in einer bestimmten Zeit, sondern durch alle Zeiten und Menschenstämme in der Gesammtheit der Einen Menschheit durch den ganzen Verlauf ihrer Entwickelung zur vollendeten Erscheinung kommt.

Von diesem Standpunkt aus bildet zwar alles, was die verschiedenen Völker in den verflossenen Jahrtausenden über die Anfänge und Urzeit des Menschengeschlechts gedacht und geglaubt haben, einen wesentlichen Theil der Entwickelungsgeschichte der Menschheit, und ist an geeigneter Stelle in Betracht zu ziehen; die besondern Vorstellungen eines bestimmten Volks über die Urzeit sind aber nicht die Anfänge der Menschheitsgeschichte selbst, dürfen nicht als solche ausgegeben und als Einleitung in sie verwebt oder gar ihr übergeordnet werden.

Die Forschung nach den Anfängen ist die letzte Aufgabe der Geschichtsbetrachtung.

Erst aus der Gesammtgeschichte der Menschheit kann das Woher? und Wohin? geahnt, erst aus dem Entwickelungsgange der bekannten Zeit auf die unbekannte geschlossen werden. Nach den Glaubenssätzen irgendeiner Offenbarung, sei es des alten, sei es des neuen Bundes, die Weltgeschichte zurichten wollen, heißt sich von vornherein das Verständniß ihres Wunderbaues verschließen; ähnlich wie jener Glaube, welcher die Erde in den Mittelpunkt der Welt setzt, ein Verständniß des Weltsystems unmöglich macht. Was in dieser Beziehung Mädler vom Weltgebäude sagt, findet so vollständige Anwendung auf alle jene Versuche, die Weltgeschichte vom Standpunkt „des auserwählten Volkes Gottes“ zurechtlegen zu wollen, daß wir unsere entgegenstehende Auffassung nicht besser darlegen können, als indem wir die Worte Mädler's (durch Zusätze in Parenthesen auf die Geschichte angewendet) unverändert hersetzen.

„Ueberhaupt“, sagt er „stand jeder richtigen Vorstellung vom Weltgebäude die allgemein verbreitete Ansicht entgegen, unsere Erde sei gleichsam das Ganze, oder doch der eigentliche Kern der Welt (die Juden das auserwählte Volk Gottes) und die Gestirne, sowie Sonne und Mond (Heiden und Ungläubige) nur ein wenig bedeutender Zubehör derselben. Nur sehr allmählich und nur in einzelnen Punkten vermochten die philosophischen Schulen sich von dieser Ansicht los zu machen. Sie muß aber gänzlich verschwinden, wenn ein Weltsystem Platz gewinnen soll. (Die Voraussetzung von einem auserwählten Volke muß für die Geschichte der Menschheit voll und ganz aufgegeben werden, wenn ein Verständniß derselben möglich sein soll.) Denn die Aufgabe eines solchen ist ja eben die scheinbaren Bewegungen aller Himmelskörper (die vermeintlichen Offenbarungen der ver-

schiedenen Völker und Zeiten) auf ihre wahren zurückzuführen, und diese sodann nach möglichst einfachen und allgemeinen Naturgesetzen folgerichtig zu erklären, wobei die Stellung und Bedeutung, die irgendeinem einzelnen Weltkörper, also z. B. der Erde (z. B. den Juden) zukommt, durchaus nicht im voraus gesetzt (nicht von vornherein als geoffenbart angesehen), sondern erst aus dem vollständig entwickelten System (aus dem ganzen Verlauf der Entwickelungsgeschichte der Menschheit) gefolgert werden kann."

Wir heben unter den vielen ähnlichen Vorstellungen der verschiedenen Völker und Zeiten gerade die jüdisch-christlichen hervor, weil wir in Europa leben, und die tägliche Erfahrung lehrt, daß sie es sind, welche unter uns deren unbefangener Auffassung entgegentreten, indem sie streben, sich der Wissenschaft überzuordnen. Im „Reiche der Mitte" würde sich dieselbe Bemerkung gegen die noch exclusivere Voraussetzung der Chinesen über ihre Stellung in der Menschheitsgeschichte, über die „Blume der Mitte" als das „Reich Gottes" zu richten haben.

Nicht um gegen diese Vorstellungen zu polemisiren — gehören sie doch alle zu dem lebendigen Reichthum der Erscheinungen, welchen die weltgeschichtliche Entfaltung der religiösen Idee darbietet —, sondern um uns die Unbefangenheit, die Freiheit der Anschauung zu bewahren, sie empfänglich zu erhalten für den durch kein Vorurtheil getrübten Eindruck aller Einzelerscheinungen, aus deren Gesammtheit allein sich die ewigen Ideen erahnen lassen, welche die Weltgeschichte in allen ihren Theilen durchwalten und beherrschen. Darum treten wir hinaus aus dem Kreis der Erscheinungen selbst, treten hin auf einen Standpunkt außer ihnen, von welchem allein nur es möglich scheint, allem Einzelnen gerecht zu werden und dem Verständniß des Ganzen näher zu kommen. Denn ewig wahr bleibt W. v. Humboldt's Wort: „Wie

man es immer anfangen möge, so kann das Gebiet der Erscheinungen nur von einem Punkt außer demselben begriffen werden, und das besonnene Heraustreten ist ebenso gefahrlos, als der Irrthum gewiß bei blindem Verschließen in demselben"; ähnlich wie Lamont es für unbedingt nothwendig erklärt, daß wir, um eine Uebersicht des Weltsystems zu erhalten, einen geeigneten Standpunkt auswärts (nämlich unsers besondern Systems) suchen und uns in Gedanken dahin versetzen müssen.

Ob die kurze Spanne Zeit, welche wir zu überschauen vermögen, schon ausreicht, um auch nur annähernd die Bahn zu erkennen, in welcher sich die Geschichte der Menschheit bewegt, und die treibenden Kräfte zu erahnen, welche sich in ihrer Entwickelung offenbaren, kann für jetzt dahingestellt bleiben, da es hier nur darauf ankam, hervorzuheben, daß diese Bahn nicht im voraus bestimmt, nicht irgendeinem Glauben oder System untergeordnet und nach ihm zurechtgelegt werden dürfe. „Es handelt sich in der Geschichte und der geschichtlichen Forschung, welche diesen Namen verdient, nicht um irgendeine Gefälligkeit oder Ungefälligkeit für irgendein System, sondern um die Wahrheit, wie sie der gewissenhaften Forschung sich darbietet." (Bunsen.) Nicht um den Offenbarungsglauben zu rechtfertigen, noch um ihn zu widerlegen, um ihrer selbst willen muß die Geschichte der Menschheit erforscht und begriffen werden; „ohne alle verkehrte Furcht, aber mit der vollen Liebe zur Sache und der einzigen Voraussetzung, daß alles — richtig erkannt — schon seinen Grund und Werth haben werde" (Ewald); ohne alle weitere starrbleibende Vorausannahme und ohne jede fremdartige Einmischung, aber mit fester Anerkennung dessen, was sich in ewigen Zügen eingegraben findet auf den Blättern der Geschichte, mag es nun bestätigen oder mag es zerstören, was Jahrtausende hindurch gelebt in dem Glauben

und den Vorstellungen der verschiedenen Stämme der Menschen.

„Es darf nie vergessen werden“, sagt Bunsen an einer andern Stelle, „daß es eine geschichtliche Voraussetzung, eine «Voransicht» der Ausleger der geschichtlichen Bücher des Alten Bundes war, welche Galilei in den Kerker warf. Die Geschichte hat nicht den zwingenden Beweis der Mathematik, weil ihr Gebiet ein unendlich höheres, das des Geistes und der sittlichen Ueberzeugung ist. Aber sie bedarf um so mehr der Freiheit des Geistes und des Gedankens“, oder, was L. Feuerbach noch treffender als das Grundgesetz der Philosophie bezeichnet, „Freiheit des Geistes und Freiheit der Gesinnung“, ohne sich hierin dadurch irre machen zu lassen, fügen wir hinzu, daß selbst ein Denker wie Leibniz in der Protogaea gegen eine Meinung einwenden konnte, „sie streite mit der Heiligen Schrift, von der man nicht abzuweichen habe.“

Freilich sind seitdem zwei Jahrhunderte voll überreicher Entwickelung dahingerollt. Dennoch aber, so erheischt es das Gesetz allmählicher Entwickelung, erscheint dem gegenüber auch heute noch die Forderung Posa's kaum weniger geboten wie damals; nur daß es heute gilt, nicht blos immer und immer wieder auf sie zurückzukommen, sondern ihren Inhalt auch fest und entschieden, voll und ganz in Wort und That zu bewähren. Mit dieser Absicht wenigstens sollten wir überall herantreten; bleibt ja doch die Ausführung nothwendig bei der Schwäche der menschlichen Natur stets hinter ihr zurück.

Demgemäß Glaube und Wissen, Vorzeit und Geschichte auseinander haltend abstrahiren wir zunächst von den Traditionen und Glaubensvorstellungen der verschiedenen Völker über die Anfänge, insbesondere von den hebräischen; und suchen weder mit Herder aus der einfachen Mosaischen Er-

zählung vom Anfang der Dinge eine Weltschöpfungstheorie zu construiren, noch mit Bunsen durch Hülfe der vergleichenden Sprachforschung einen chronologischen Rahmen zu gewinnen, in welchen sich die hebräische Tradition allenfalls unterbringen ließe; zumal nach Pott's gewichtiger Stimme zum Gelingen derartiger Versuche bei dem gegenwärtigen Stande der Sprachforschung Aussicht nicht mehr als gar keine vorhanden ist. *)

---

*) Die Möglichkeit einer ursprünglichen Einheit der Sprachen, von welcher Bunsen ausgeht, ist, wie Pott in der „Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft" gegen M. Müller bemerkt hat, noch weit entfernt von dem Beweise der Wirklichkeit. Schon W. v. Humboldt hat bestimmt hervorgehoben, daß, wenn sich auch die drei Haupttypen der bekannten Sprachen als eine aufsteigende Stufenfolge der Sprachentwickelung betrachten lassen, doch nicht nachweisbar und kaum wahrscheinlich ist, daß sie irgendwo wirklich auseinander hervorgegangen seien; und Pott („Die Ungleichheit der menschlichen Rassen") bekennt sich entschieden zu einer Mehrheit voneinander schlechthin unabhängiger und vom Urbeginn her verschiedener Anfänge der Sprachen. „Stellt sich auch die Sprachforschung nicht geradehin dem einpaarigen Ursprung aller Menschen und Völker entgegen, so ist doch für ihn mit schlagenden Gründen einzutreten (wie dies Bunsen und M. Müller versucht haben) gegenwärtig dazu Aussicht nicht viel mehr als gar keine vorhanden."

Ist nun hiernach auch der chronologische Rahmen, in welchen Bunsen die Menschheitsgeschichte eingefügt hat, so wenig sicher begründet, daß sein scharfer Kritiker (v. Gutschmid) die Bunsen'sche Zeitrechnung noch für ungleich willkürlicher erklärt als die herkömmliche, so bleibt seine Geschichtsauffassung selbst darum doch nicht minder großartig, und seine Anschauung überhaupt eine wahrhaft welthistorische. „Niemals", sagt Gosche über «Aegyptens Stelle in der Weltgeschichte», „ist wol ein geschichtliches Thema mit gleicher Universalität der Anschauung, mit gleich ernsthaftem Streben nach Erkenntniß des Einzelnen, mit gleich eingreifender Wirkung auf abliegende Gebiete behandelt worden. Mit der glänzenden Kunst einer idealen Geschichtschreibung ist nach der hier wirklich fruchtbaren Methode der Gleichzeitigkeiten die Entwickelung der Menschheit erzählt, vielleicht zum Nachtheil der Würdigung der ägyptischen Geschichte selbst. Von den Höhen, auf welche uns des Verfassers Forschung erhebt, betrachtet, erscheint sie gegen das allgemeine große

Den frühesten durch die Forschung unserer Tage bloß-gelegten und beglaubigten Geschichtsgrund in einem Gesammt-

---

Leben etwas kleinlich; die nackten Königsreihen, die dürre Chronologie gemahnt uns etwas an Skelete, nachdem uns der Verfasser das pulsirende Leben des reichen Organismus der Menschheit gezeigt hat."

Der nachfolgende „weltgeschichtliche" Rahmen gibt eine allgemeine Anschauung davon, in welcher Weise Bunsen die Ueberlieferungen der Bibel mit der welthistorischen Auffassung der Menschheitsgeschichte in Einklang zu bringen versucht hat.

Der vier Weltalter Hauptepochen.

Schöpfung des Menschen in Nordasien, angenommen 20000 Jahre v. Chr.
Große Erdumwälzung und Flut im Urlande . . 10000 " "

Erstes Weltalter.

Vorflutige alte Geschichte (Urwelt) . . 20000 — 10000 " "
(Schöpfung bis Flut.)
Ursprachbildung und Anfang der Mythenbildung:
I. Bildung des Sinismus . . . . 20000 — 15000 " "
II. Bildung des Alt-Turanismus 15000 — 12000 " "
III. Bildung des Chamismus . . 12000 — 11000 " "
Einwanderung in Aegypten.
Die Flut . . . . 10000 " "

Zweites Weltalter.

Nachflutige alte Geschichte (Mittelalter) . 1000 — 2878 " "
(Von der Flutwanderung bis Abraham's Aufbruch aus Mesopotamien.)
IV. (1.) Bildung des Semismus. Turanisches Weltreich (Nimrod.) . . . . 10000—7250 " "
V. (2.) Die Bildung des Iranismus . 7250—4000 " "
VI. (3.) Chaldäismus in Babylonien . . . 4000 " "
Das Menesreich in Aegypten . . . 3623 " "

Drittes Weltalter.

Neue vorchristliche Geschichte. Von Abraham bis Christus
2877 — 33 Jahre n. Chr.
VII. (1.) Die Abrahamszeit . . . 2877 — 1320 Jahre v. Chr.
VIII. (2.) Die Moseszeit . . . . . 1320 — 604 " "
IX. (3.) Die Solons- und Sokrateszeit bis Augustus . . . . 604 — 30 " "
Christus.

überblick zur Anschauung zu bringen, zusammenzustellen, was sich über die älteste uns für jetzt erreichbare Zeit, über die in ihr hervortretenden Völker und Menschenstämme, über deren Culturentwickelung und gegenseitige Beziehung bisher hat erkennen lassen, damit vielmehr scheint uns die „Geschichte als solche" beginnen zu müssen, um nicht blos von diesem ersten „historischen" Gesammtbilde aus die spätere Entwickelung bis auf die Gegenwart herab verfolgen, sondern um auch von ihm aus rückblickend in die Vorzeit mit Unbefangenheit würdigen zu können, in welches Stadium menschheitlicher Entwickelung wir mit jenem Anfang der Geschichte, der eben nicht der Anfang selbst ist, eintreten; und was und wieviel hiernach vom Leben der Menschheit, von den Ursprüngen alles dessen, was dieses Leben zusammensetzt (Sprache und Religion, Sitte und Staatsverfassung, Kunst und Wissenschaft), für die Geschichte verloren, hinter dem Schleier der Vorzeit verborgen ruht.

Viertes Weltalter.

Neue nachchristliche Geschichte . . . . . 33 Jahre n. Chr. bis X.

X. Freie kirchliche Gemeinde bis nationale Gemeinde 33 — 1550.

XI. Freie politische Gemeinde bis freie Landesgemeinde . . . . . . 1550 — X.

2.

Anfang der Geschichte.

Einen solchen Anfang zu gewinnen und die Zeit desselben zu ermitteln, dringen wir hinab durch die wie die Schichten der Erdrinde *) übereinander lagernden „historischen" Jahrtausende bis zu dem Punkte hin, wo uns für jetzt der feste Boden unter den Füßen schwindet, wo die Geschichte sich in

*) Wie die Spuren vergangener Jahrtausende „schichtweise" übereinander lagern, hat uns die lebensvolle Schilderung Witte's („Alpinisches und Transalpinisches") für ein Bruchstück der Menschheit anschaulich vor Augen geführt: „Oftmals, wenn ich auf dem römischen Forum stehend den Ausgrabungen zusah und der Spaten des Arbeiters den mannshohen Schutt durchstach, den anderthalb Jahrtausende über den Boden des alten Rom aufgehäuft haben, erschienen mir diese Streifen verschieden gefärbter Erde wie die Jahresringe, an denen wir das Alter eines Baumes erkennen, wenn die Säge ihn mitten durchschnitten hat. In jene Staubatome, die ein Jahrhundert nach dem andern über dem Basaltpflaster der via sacra abgelagert, hat sich die Geschichte eingesenkt mit ihren Strömen von Blut, ihren Feuersbrünsten, ihren Scenen barbarischer Zerstörungsluft. Kaum einen Fuß tief unter der Erde zieht sich, wie im Bergwerke, ein Gang, eine breite Schicht von Asche und Kohlen hin: das sind die Spuren, die Robert Guiscard zurückließ, als er nach Rom kam, um Gregor VII. gegen Heinrich IV. zu schützen. Tiefer dringt der Spaten ein, er durchsticht sechs Jahrhunderte, und eine dunkle Schicht gibt Zeugniß von der Plünderung des Vandalen Geiserich. Noch ein paar Spatenstiche und nur schmale Streifen grauen Staubes wechseln mit neuen Kohlenlagern. Mit diesem schwarzen Strich hat Alarich sich in das Gedenkbuch Roms einge-

die Vorzeit verliert, d. h. bis zur tiefsten historischen Schicht, welche wir nach dem gegenwärtigen Stande der Forschung zu erreichen vermögen.

---

schrieben. Nun aber folgt die dichteste Lagerung von Asche und Kohlen. Das ist der Brand, den Nero angefacht hatte, um, das Flammenmeer vom hohen Thurm überschauend, sich das Lied von Trojas Zerstörung vorzusingen. Wir sind angelangt auf dem alten Pflaster; reißen wir es auf, durchstechen wir einige Zoll republikanische Erde, welche die Zeiten Sulla's und der Gracchen mit Blut getränkt haben, und wir treffen auf die letzte Kohlenschicht, das Zeugniß des gallischen Brandes."

In gleicher Weise ruhen so die ältesten Zeiten der Menschen schichtenweise im Schos der Erde übereinander, die älteste Geschichte der Menschheit ist bereits im eigentlichen Sinne des Worts „verwachsen" mit der jüngsten Geschichte der Erde, was einst „geschehen", ist „geschichtet" aufbewahrt in ihren jüngsten Bildungen und gibt uns über die frühesten Jahrtausende der Menschen nicht minder sichern Aufschluß, wie die ältern Schichten ihrer Rinde über das Werden alles dessen, was heute das „Erdenleben", was den „Organismus des Erdganzen" zusammensetzt.

In der Schichtung der Waldmoore Dänemarks erkennt man, wie uns Nöggerath nach Morlot und andern belehrt, von unten nach oben wesentlich zwei verschiedene Schichten von ebenso verschiedener Baumvegetation, mit Zwischenlagern von Moostorf. Man kann darin zwei ausgezeichnete Perioden unterscheiden; die erste war die der Kiefer, die zweite die der Eiche, welche durch die noch lebende und üppig vegetirende Buche, die in den Torfmooren, selbst in den obern Schichten, nicht vorkommt, fast ganz verdrängt worden ist.

Mit dieser Schichtung correspondiren die Zeiten der Menschen. In den Kieferlagern findet man Werkzeuge von Feuerstein, dem Steinzeitalter angehörig. Alterthümer aus Erz finden sich in den Mooren erst vom Anfang der Eichenperiode an.

Aehnlich ruhen die Ueberreste der schweizerischen Pfahlbaubevölkerung zum Theil schichtweise übereinander, oft sehr charakteristisch durch die sie begleitenden Gegenstände voneinander unterschieden, indem man in der untersten Schicht noch keine Spur von dem Vorkommen irgendeines Metalls gefunden hat, sondern nur Steingeräth, in der darüberliegenden auch noch keine Spur von Eisenwaffen oder Eisengeräth, aber doch den Gebrauch von Erzen und andern schon mehr ausgearbeiteten Kunstproducten.

Durch alle diese historischen Schichten hat die Forschung den Schacht

Hiermit gelangen wir in jene Zeit, in welcher die Pharaonen Aegyptens die Riesendeckel der Pyramiden auf ihre Gräber stülpten.

Unmittelbar am Rande der Wüste ragen diese Kolosse aus dem Wüstensande empor, der den Boden rings um sie her überdeckt und verschüttet hat, als die Grenzsteine des Culturlandes.

Ebenso unmittelbar steigen sie auf aus einer Zeit, jenseit welcher die Morgendämmerung der Geschichte sich schnell in die Nacht der Vergessenheit verliert, deren dunkle Schatten auch sie zu umfassen drohen, ja theilweise schon umhüllt haben.

So stehen sie da an diesem Grenzgebiete der Geschichte und der Vorzeit als die Marksteine und zugleich als die Zeitmesser der Menschheitsgeschichte; als riesige Pylone, durch welche wir aus dem Dunkel unbekannter Jahrtausende eintreten in das Tagen der Geschichte.

Wie eine gewaltige Lapidarschrift leuchten sie durch die Finsterniß hindurch, die sich um die ersten Jahrtausende ihres Bestehens wie der Wüstensand um ihre Füße gelagert hat, oder vielmehr hatte!

Denn Aegypten ist nicht mehr stumm, nicht mehr ein in Hieroglyphen redendes Grab. So wenig auch von diesen

---

an den verschiedenen Planetenstellen tief hinabgetrieben in die Vorzeit. Folgen wir ihr zunächst in denjenigen hinab, der uns auf die tiefste bisher erreichte historische Schicht führt, um mit Hülfe dessen, was aus den andern zu Tage gefördert ist, dann zu versuchen, ob es nicht schon jetzt möglich ist, einen, wenn auch bei dem gegenwärtigen Stande der Einzelforschungen noch überaus lückenhaften Gesammtüberblick jener frühesten historischen Zeit zu gewinnen, der uns das Lebensbild der Menschheit, die damals den Erdball bevölkerte, an einzelnen Stellen bereits klar vor Augen treten, an andern wenigstens erahnen und somit der Anschauung des Ganzen näher kommen läßt.

2*

bisher entziffert ist, so reicht es doch aus, in Verbindung mit dem überreichen Denkmalschatze und den historischen Ueberlieferungen der Alten, ein Bild ägyptischen Lebens zu gewinnen und den Rahmen auszuspannen, in welchen zunächst die Geschichte Aegyptens nach und nach immer vollständiger wird eingetragen werden können.

Die hier gewonnene Helle wirft dann ihre Streiflichter über Nordafrika und Westasien; denn „Aegypten ist ein Kind Asiens und Afrikas zugleich; in ihm durchdringen beide sich geographisch, ethnologisch und geschichtlich“ (Bunsen), sodaß schon der ehrwürdige Vater der Geschichte nicht wußte, sollte er es zu Asien oder Afrika rechnen, und die Hellenen keinen andern Rath fanden, als den Nil die Grenze bilden zu lassen, Aegypten zwischen Asien und Afrika zu theilen.

Wie es nun gelungen ist, vor dem im Sande begrabenen Riesenleib der Sphinx bis auf seine Grundfläche hinab zu dringen und ein Bild des Pyramidenfeldes zu entwerfen, wie es war, als jene Denkmale auf ihm aufgethürmt wurden, so hat die ägyptologische Forschung uns jetzt schon möglich gemacht, ein Bild jener Zeit zu gewinnen, welche sie entstehen sah.

Es ist das 4. Jahrtausend vor Beginn unserer Zeitrechnung, also etwa die Zeit, in welche die jüdisch-christliche Orthodoxie die Weltschöpfung setzt; denn das Jahr 1860 n. Chr. ist, wie noch heute die Haus- und Schreibkalender das Volk belehren, das 5809. seit „Erschaffung der Welt“; das 3950. Jahr v. Chr. hiernach also dasjenige, in welchem „die Welt“ geschaffen wurde. Die Sündflut der hebräischen Tradition fällt nach dieser Rechnung der abendländischen Kirche in das Jahr 2294 v. Chr., und es umfaßt somit die Zeit vom jüdischen Adam bis zur Sündflut etwa „das 4. und 3. Jahrtausend vor Beginn unserer Aera“.

Gerade in diese beiden „antediluvianischen“ Jahrtausende

fallen die Blüteepochen des alten Reichs von Memphis, des Reichs der Pyramidenkönige!

Damit wir nun Platz gewinnen, nicht blos für dieses Reich, damit auch das Verständniß der Menschheitsgeschichte während jener Jahrtausende überhaupt wieder möglich werde, müssen die nebulosen Vorstellungen von der biblischen Patriarchenzit ein für allemal beseitigt werden, mit welchen die jüdisch-christliche Orthodoxie jene Jahrtausende erfüllt hat.

Diesen Rechnung tragend, pflegten noch vor kurzem unsere sogenannten „Weltgeschichten“ und Geschichtstabellen die Geschichte erst mit dem 2. Jahrtausend v. Chr., der vermeintlichen Abrahamszeit, zu beginnen. Darüber hinaus drohten bald die Wasser der Flut, und jenseit dieser gab es nichts als die Tradition der Hebräer.

Beredter als Worte es vermögen, zeigt die untenstehende synchronistische Uebersicht des 4. und 3. Jahrtausend v. Chr.*),

*) Synchronistische Tabelle für den ersten Zeitraum.

Jahr der Welt.	Biblische Geschichte.				
I. Jahrtausend 1. (4. Jahrt. v. Chr.)	Adam.	Ackerbau u. Viehzucht.			
X. ?	Kain und Abel.				
um 900.	Kinder Lamech's	Erfindung der Künste.			
930					
II. Jahrtausend. (3. Jahrt. v. Chr.)	Adam's Tod. Hebräer.	Aegypter.	Mittelasiaten.	Griechen.	Uebrige Völker.
1558	Geburt Sem's.				Indier?
1628					Yao. Anf. des Schuking.
1656	Noach'sche Flut.				
1776					
1809	Babel.				
			Nimrod Assur		
1820				Sychon??	
		Mizrain.			
1874			Ninus. (Baktrier, Meder, Armenier).		
1900		Menes?			
1926			Semiramis.		
1947	Geburt Abraham's.				

Man vergleiche hiermit die Note S. 14.

welche Vorstellungen sich „der Glaube“ von diesem Theil der Menschheitsgeschichte machte. Sie ist dem vielverbreiteten Werke des gefeierten Rotteck entnommen, der zur Erläuterung derselben bemerkt: daß er vorzüglich den hebräischen Zeitangaben gefolgt sei, da es ganz unmöglich wäre, die Nachrichten der Profanscribenten unter sich selbst und mit jenen in Harmonie zu bringen.

Die Entzifferung der Hieroglyphen, die Ausgrabungen am Euphrat und Tigris, sowie die morgenländischen Forschungen der letzten Jahrzehnde überhaupt hatten allerdings noch nicht das heute vorhandene reiche Material zu Tage gefördert, welches die hebräische Tradition selbst in völlig anderm Licht erscheinen läßt.

„Darum haben wir auch“, fährt Rotteck fort, „das Alter der Patriarchen nach Moses' Angabe als Zeitmesser in der «vorsündfluthlichen» Welt beibehalten, ungeachtet wir jene Angabe keineswegs zu vertheidigen gedenken. Aber mag es mit jener Zählung was immer für eine Bewandtniß haben, es sind andere Gründe vorhanden, der Welt eine jener Berechnung wenigstens gleichkommende Dauer zuzuschreiben.“

Eine heut in der That mehr als naiv klingende Versicherung, selbst wenn wir absehen von dem, was uns die Geologie allein schon über das Alter der „Erde“ lehrt (der heutigen Weltanschauung gar nicht zu gedenken) und nur das berücksichtigen, was die Forschung unserer Tage als historischen Kern der hebräischen Tradition bloßzulegen begonnen, was sie uns von der ältesten Geschichte der damals schon Staaten bildenden semitischen Völker enthüllt hat.

Wenn dessenungeachtet die Orthodoxie dabei verharrt, aus den Geschlechtsregistern der Patriarchen einen chronologischen Schnürleib für die Menschheitsgeschichte herstellen zu wollen,

so tritt uns hier sofort einer jener Uebergriffe des Glaubens in das Bereich des Wissens entgegen, den wir nicht stillschweigend übergehen dürfen.

Die Geschichte der Menschheit kennt keinen Unterschied von heiligen und „Profanscribenten". Weil sie die Gesammtheit des Menschengeschlechts und seiner Entwickelung im Auge hat, sind ihr die religiösen Traditionen der verschiedenen Völker gleich heilig, gleich profan; kommen für sie nur nach ihrem historischen Werthe, nicht nach demjenigen in Betracht, den der Glaube der Einzelvölker den seinigen beilegt.

Von diesem Standpunkt aus scheint das, was Grote von den Heroengenealogien der Hellenen bemerkt, analoge Anwendung zu finden auf die Patriarchenreihen der Hebräer und deren Werth als Zeitmesser der Geschichte.

„Das griechische Alterthum", sagt er, „beginnt mit den Göttern und endet mit den historischen Menschen, die mit den erstern durch eine mythische Genealogie verbunden werden, infolge des ängstlichen Bemühens der historischen Menschen, sich mit dem Wesen, das sie verehren, in Verbindung zu setzen." Eine, wie schon Movers hervorhebt, überall wiederkehrende Erscheinung. „Wie Wodan in allen altgermanischen Königshäusern das letzte Glied in der genealogischen Reihe bildet, ebenso Bel bei den Semiten, den Assyrern, Babyloniern, Phöniziern, Karthagern, Lydiern."

„In dieser Weise", fährt Grote fort, „begannen auch die gentes der Hellenen mit einer religiösen und endeten mit einer historischen Person. An irgendeinem Punkt der Reihe aufwärts wurden Wesen der Geschichte mit Wesen der Religion vertauscht; wo aber dieser Punkt zu finden, sind wir außer Stande zu sagen, auch hatten die weisesten unter den alten Griechen keine Mittel, ihn zu bestimmen. Das aber

wenigstens wissen wir, daß eine solche Reihe als ein Ganzes genommen, obgleich sie dem gläubigen Griechen lieb und werth sein mochte, für die Geschichte nicht den mindesten chronologischen Beweis liefert."

Dasselbe nun gilt uns von den hebräischen Patriarchengenealogien, welche bis Adam zurückführen und durch diesen an die Gottheit anknüpfen. Es ist ein und derselbe tief in der menschlichen Natur begründeter Zug („sich mit der Gottheit in Verbindung zu setzen"), dem diese, wie überhaupt alle Stammsagen und Genealogien der Völker, ihre Entstehung verdanken, wie sie auch immer die Gottheit und ihr Verhältniß zu derselben auffassen mögen.

Welchen Werth daher auch der Glaube jenen biblischen Geschlechtsregistern beilegen mag, zur Grundlage der Chronologie können und dürfen sie nicht dienen, wennschon die tiefere Erkenntniß ihres „historischen" Kerns manchen Anhalt bietet zur Aufhellung der frühesten „historischen" Zeit.

Doch genügt es nicht, auf die chronologische Werthlosigkeit dieses Theils der biblischen Zeitrechnung einfach hinzuweisen, noch weniger, sie ganz zu ignoriren, und, wie wenn sie schon völlig überwunden und aus den Vorstellungen der Menschen verschwunden wäre, unbekümmert um jene Adamszeit, die Geschichte der jetzt herrschenden Sitte gemäß da zu beginnen, wo die einzelnen Völker nach dem gegenwärtigen Stande der Forschung in das Licht derselben eintreten. Weil diese ältesten jetzt erschlossenen und der Geschichte wiedergewonnenen Jahrtausende in Widerspruch stehen mit den auf den Angaben der Bibel auferbauten Zeitrechnungen, welche die Schöpfung der Welt in eine Zeit setzen, wo die Erde im großen und ganzen war wie sie heute ist, selbst an jenen Stellen des Erdenrundes, von welchen keine historische Kunde zu uns gelangt ist, ebendarum müssen wir näher auf die Entstehung dieser Weltären eingehen.

Noch heute stehen in Afrika Bäume, vom Geschlecht der Baobab (Adansonia digitata), welche nach Adanson's Berechnung mehr als 5000 Jahre zählen *), und die Montezumas-Cypresse (Taxodium distichum) bei der alten Hauptstadt von Mexico, der noch immer fortgrünende indische Feigenbaum, dessen ungeheuere Größe schon die Gefährten Alexander's bewunderten, sowie die Bertholletien in Brasilien und die Mammuthfichten Californiens (Sequoia gigantea) mögen nicht viel jünger sein.

Somit treten schon diese stummen Bäume Vorstellungen

---

*) Adanson hatte Gelegenheit, ein Exemplar des Baobab auf einer der Inseln des grünen Vorgebirges zu beobachten, welches eine Inschrift trug, die vor 300 Jahren in seine Rinde von englischen Reisenden eingeschnitten worden war. Dies gab ihm, vereint mit directer Beobachtung, Gelegenheit, die Wachsthumsgesetze des Baobab zu erkennen. Er fand nach Decandolle's Mittheilungen für ein Exemplar von

einem Jahr	1—1½ Zoll	Durchmesser,	5 Fuß	Höhe
20 Jahren	1 Fuß	„	15	„	„
30 „	2 „	„	22	„	„
100 „	4 „	„	29	„	„
1000 „	14 „	„	58	„	„
2400 „	18 „	„	64	„	„
5150 „	30 „	„	73	„	„

Wenn man nun bedenkt, daß es Stämme von 90 Fuß im Umfang oder 30 Fuß im Durchmesser gibt, so muß man über ein Alter staunen, dem schwerlich eine andere Baumart der Erde etwas Gleiches entgegenzusetzen hat. Mag auch immerhin das Wachsthum des weichen Holzes ein rasches sein, so ist doch ein Umfang von 90 Fuß etwas so Gewaltiges, daß es auf das höchste Alter schließen läßt, dessen eine Baumart nur theilhaftig sein kann. Darum stehen wir mit Karl Müller nicht an, den Baobab als das älteste organische Denkmal der Erde zu betrachten.

Derselbe hat kürzlich auf eine zweite Art des Baobab aufmerksam gemacht (Adansonia Gregorii), der neuerdings auf dem australischen Continent entdeckt und mit dem afrikanischen gleichartig ist, sodaß auch auf diesem zuletzt entdeckten Erdtheil noch lebende Zeugen von nicht minder hohem Alterthum Kunde geben.

entgegen, welche, anknüpfend an die biblische Zeitrechnung, so lange Zeit hindurch die unbefangene Auffassung der Geschichte gerade für den Theil der Menschheit unmöglich gemacht haben, der sich vorzugsweise für den auserwählten hält.

Sie beruhen theils auf irriger Auffassung der hebräischen Tradition überhaupt, theils auf willkürlicher Deutung und Anwendung biblischer Zeitangaben zum Aufbau chronologischer Systeme, von denen die Bibel nichts weiß, und es wird daher um so mehr gerechtfertigt sein, wenn wir schon hier in der Einleitung, wo es sonst nur auf Hervorhebung der allgemeinen Gesichtspunkte ankommt, ihrer Würdigung vielleicht unverhältnißmäßigen Raum gewähren, indem wir (nach Ideler) daran erinnern, wie die jüdisch-christliche Chronologie zu einer Bestimmung des Jahres der Weltschöpfung gekommen ist, welche die ältere Geschichte der Menschheit so bodenlos verwirrt und historische Jahrtausende in die Nebelwelt der Mythe gedrängt hat.

Zunächst die jüdische Weltära, nach welcher am 17. September 1860 n. Chr. das 5621. Jahr seit Erschaffung der Welt beginnt, ist ursprünglich nichts als ein zum Behuf des Kalendercalculs ersonnenes Institut gewesen, welches erst allmählich in den bürgerlichen Gebrauch gekommen ist. Die Bibel kennt weder diese noch irgendeine andere Weltära. In der ältesten hebräischen Zeit gab es überhaupt keine fortlaufende Aera. Die Verfasser des Pentateuch rechnen nach Geschlechtern, ganz wie Herodot. Späterhin zählten die Hebräer wie das ganze Alterthum nach Regentenjahren. In der nachexilischen Zeit kam die Aera seit der Babylonischen Gefangenschaft, inbesondere aber die seleucidische Aera (mit dem Jahr 312 v. Chr. beginnend) zu allgemeinerer Geltung und erhielt sich bis ins 12. Jahrhundert n. Chr., nach und nach der jetzigen Aera weichend, welche schon im 4. Jahr-

hundert n. Chr. durch Rabbi Hillel festgestellt war, nachdem sich seit der Zerstörung Jerusalems und seit der Zerstreuung der Juden das Bedürfniß herausgestellt hatte, das Passah- und Neujahrsfest, von dem die übrigen Feste abhängen und welche nun nicht mehr von einem Mittelpunkt aus angeordnet werden konnten, durch ein bis dahin noch immer nicht geregeltes Kalenderwesen sicherer und allgemeiner zu bestimmen.

Hierbei legte Rabbi Hillel die metonisch-kalippische Theorie vom neunzehnjährigen Mondcyklus zum Grunde, welche griechischer Scharfsinn fast acht Jahrhunderte früher ersonnen hatte.

Um die Rechnung an einen festen Punkt zu knüpfen, wählte er als solchen „die Weltschöpfung". Jedenfalls der geeignetste, wenn er bekannt wäre oder bekannt sein könnte, ja wenn er überhaupt ein einziger Act, wenn die Welt auf Grund eines Fiat plötzlich zur Erscheinung gekommen, wenn sie das Product des Hexaemeron, wenn dieser Glaubenssatz mehr wäre als ein Glaubenssatz, welcher den zur Zeit seiner Entstehung herrschenden Vorstellungen von Welt und Menschheit entspricht.

Um jenen vermeintlichen Anfangspunkt zu finden, rechnete Rabbi Hillel rückwärts bis zur Babylonischen Gefangenschaft, dann bis zum Auszug aus Aegypten, und ging von hier über die Flut bis zum Augenblick der Schöpfung nach jüdischer Vorstellung zurück, indem er theils den Zeitangaben des Alten Testaments, theils seiner Deutung derselben folgte.

Ist nun auch ein solches Rechenexempel selbstverständlich nichts als ein Product menschlicher Forschung, welches anderweiter Prüfung und Berichtigung unterworfen ist, so liegt es doch in der Natur der Sache, daß es wegen seiner Beziehung zu den religiösen Ueberlieferungen der Juden eine

religiöse Beimischung erhalten mußte; wie denn schon um das Jahr 1000 n. Chr. ein gelehrter Rabbi die obige Bemerkung Grote's bestätigend sagt: „daß die Zeitrechnung vom Ursprung aller Dinge eingeführt sei, um dadurch an die Herrschaft Gottes zu erinnern".

Die Geschichtsforschung würde indeß hierdurch wenig beirrt, und die aus den Lebensjahren der hebräischen Patriarchen auferbaute Zeitrechnung mit gleicher Unbefangenheit gewürdigt worden sein, wie die Berechnungen aus den Heroengenealogien der Hellenen,

> wären die hebräischen Traditionen geblieben, was sie ursprünglich sind: nationale, mit dem Glauben und der Geschichte des jüdischen Volks verwachsene; wäre der „Gott Israels" noch was er in Kanaan war, der exclusive Stammgott der Hebräer.

Als aber durch Alexander's Triumphzug nach Indien und die ihm folgenden Kämpfe und Umwälzungen, durch die weitgreifenden Eroberungen der Römer und durch das Vordringen der Chinesen bis zum Kaspischen Meer die Schranken gefallen waren, welche Orient und Occident und innerhalb derselben so viele Stämme und Staaten getrennt hatten, als ein in diesem Umfange bis dahin unbekannter Weltverkehr begann, in welchem die Nationen des Ostens und Westens sich vielfach begegnen und mischen, Blut und Farbe, Art und Sitte, Sprache und Vorstellung, Erzeugnisse und Münzen gegenseitig austauschen, da verloren auch die religiösen Ueberlieferungen der einzelnen Völker ihre ursprünglich nationale Bedeutung und traten aus ihrer Isolirung heraus. Seit Alexander's Tagen wurden die Culte der verschiedensten Stämme des Morgen- und Abendlandes vielfach gemischt und durcheinander geworfen. Die Römer boten allen Göttern des Erdkreises Wohnungen an.

Die Folge war zunächst absolute Toleranz und In-

differenz in religiösen Dingen *); dann aber der allgemeine Fortschritt zur Idee der Einheit des Göttlichen, deren Ahnung schon Jahrhunderte vorher in den Geistern der Weisen und Propheten gelebt hatte.

---

*) Durch einen seltsamen Widerspruch erscheint die religiöse Unduldsamkeit erst mit dem Auftreten einer Religion, welche die Liebe zu ihrem höchsten Grundsatze macht. Während in jenem bunten Gewirr, das ihr voranging, die verschiedenen Völker die Götter der andern als solche neben den ihrigen gelten ließen, stets bereit, den übereinstimmenden Inhalt ihrer Ueberzeugung in der verschiedenen Form anzuerkennen, tritt erst mit dem Christenthum Fanatismus und Intoleranz als wesentliches Ferment in die weltgeschichtliche Entwickelung ein (d. h. in die des Occidents, denn im Orient war bei der Ausbreitung des Buddhaismus bereits ähnliches vorangegangen), zuerst bei seinen Verfolgern und dann bei seinen Bekennern. Das erste ist erklärlich. Die dahinsterbende, in ihrer Existenz bedrohte Religion sucht sich zu erhalten; sie kämpft pro aris et focis; der Fanatismus erscheint als ihr Verwesungshauch.

Minder klar liegt der Grund der andern Erscheinung, wenn wir ihn, abgesehen von der Schwäche der menschlichen Natur, nicht etwa in dem finden dürfen, was aus dem Judenthum mit in das Christenthum übergegangen war. „Der Semite", sagt Lassen treffend, „ist in seiner Religion selbstsüchtig und ausschließend; Jehovah ist nur der Gott der Hebräer, die ihn allein erkennen, alle andern Götter sind absolut falsch und haben nicht den geringsten Antheil an der Wahrheit."

War es nun der welthistorische Beruf des Christenthums, das Gewirre religiöser Meinungen, aus denen es sich erhob, zur Einheit einer Weltreligion zusammenzufassen, so war damit die Unduldsamkeit geboren, wenn es sich nicht völlig frei machte von jenem semitischen Geiste, der später in dem „Allah il Allah und Mohammed ist sein Prophet" seinen crassesten Ausdruck fand, wenn es nicht unbedingt seinem höchsten Gebote gehorchte. Daß es dies nur zu oft nicht gethan, auch namentlich innerhalb des Christenthums selbst nicht, lehrt die Geschichte; sie lehrt aber auch, daß gerade hiermit ein mächtiges Agens gegeben war, nicht blos für die Fortentwickelung der religiösen Idee, sondern für die weltgeschichtliche Entwickelung überhaupt; wie es denn auch nicht zweifelhaft ist, daß es als solches noch fernerhin wirken wird und wirken muß in dem bereits begonnenen Kampf des specifischen Christenthums mit der kosmischen Weltanschauung.

„Denn hat nicht schon", ruft ein hochgestellter Geistlicher (Käuffer

Daß sich nun dieser Fortschritt in seiner ersten Erscheinung zunächst an das Judenthum knüpfte, in welchem jene Idee am klarsten erfaßt und verkündet worden war, daß

---

in der Geschichte von Ostasien) fragend aus, „während dieser Jahrhunderte infolge der durch Kopernicus veränderten Anschauung des Weltgebäudes, je mehr diese Anschauung aus den Stuben der Gelehrten unter jedes gebildete Volk sich verbreitet hat, auch jedes Dogma sich läutern und vergeistigen müssen?" Vielleicht, daß aus diesem Kampfe die höhere Einheit für Materialismus und dualistischen Idealismus hervorgeht und die weltgeschichtliche Entfaltung der religiösen Idee eine höhere Stufe erreicht, wie einst vor zwei Jahrtausenden, als sie sich zur Idee der Einheit des Göttlichen emporschwang; eine Stufe, auf welcher diese Idee zur Wahrheit wird, und die verschiedenen Erscheinungsformen der monotheistischen Gottesidee, die, wenn wir das gesammte Menschengeschlecht überschauen, in Wirklichkeit noch immer den buntesten Polytheismus darbieten, in einem reinern Monotheismus aufgehen, der von allen den verschiedenen traditionellen Zuthaten frei ist, welche die individuelle Entwickelung der einzelnen Völker ihm überall beigemischt hat.

Die Ahnung hiervon war schon Schleiermacher aufgegangen, als er 1829 an Lücke schrieb: „Wenn Sie den gegenwärtigen Zustand der Naturwissenschaft betrachten, wie sie sich immermehr zu einer umfassenden Weltkunde gestaltet, was ahnet Ihnen von der Zukunft, ich will nicht einmal sagen für unsere Theologie, sondern für unser evangelisches Christenthum? Mir ahnet, daß wir werden lernen müssen, uns ohne vieles zu behelfen, was viele noch gewohnt sind als mit dem Wesen des Christenthums unzertrennlich verbunden zu denken. Ich will gar nicht vom Sechstagewerk reden, aber der Schöpfungsbegriff, wie lange wird er sich noch halten können gegen die Gewalt einer aus wissenschaftlichen Combinationen, denen sich niemand entziehen kann, gebildeten Weltanschauung? Und das zu einer Zeit, wo die Geheimnisse der Geweihten nur in der Methode und in dem Detail der Wissenschaften liegen, die großen Resultate aber bald allen hellern und umsichtigen Köpfen auch im eigentlichen Volke zugänglich werden! Und unsere neutestamentlichen Wunder, denn von den alttestamentlichen will ich gar nicht erst reden, wie lange wird es noch währen, so fallen sie aufs neue, aber von würdigern und weit besser begründeten Voraussetzungen aus, als früherhin zu den Zeiten der windigen Encyklopädie! . . . Was

aus dem Jehovah der Juden, aus dem exclusiven Stammgott der Hebräer der Gott der Christen, der „Vater aller Menschen“ hervorging, daß die religiösen Ueberlieferungen der Juden (das Alte Testament) ein Theil wurden der „Heiligen Schrift“ der Christen, das hat den nationalen Traditionen der Hebräer eine Bedeutung gegeben, welche die christliche Geschichtsforschung verhindert hat, sie mit Unbefangenheit zu würdigen.

Durch das Christenthum wurde die jüdisch-nationale Ueberlieferung zu einer welthistorischen.

Wäre sie nun mit wahrhaft welthistorischem Sinn erfaßt, und in gleichem Sinne mit den Traditionen der übrigen Völker verglichen worden, welche in den ersten Jahrhunderten des Christenthums noch so überreich vorlagen, die ältere Geschichte der Menschheit wäre nicht in so heillose Verwirrung und die Nachwelt nicht in Gefahr gekommen, um Jahrtausende gebracht zu werden, welche die Entdeckungen und Ausgrabungen am Euphrat und Nil dem Schos der

---

soll dann werden, mein lieber Freund? Ich werde diese Zeit nicht mehr erleben, sondern kann mich ruhig schlafen legen. Aber Sie, mein Freund, und Ihre Altersgenossen, was gedenken Sie zu thun? Wollt ihr Euch dennoch hinter diesen Außenwerken verschanzen und Euch von der Wissenschaft blokiren lassen? Das Bombardemnet des Spottes wird Euch wenig schaden. Aber die Blokade? Die gänzliche Aushungerung von aller Wissenschaft, die dann, nothgedrungen von Euch, eben weil Ihr Euch so verschanzt, die Fahne des Unglaubens aufstecken muß! Soll der Knoten der Geschichte so auseinander gehen: das Christenthum mit der Barbarei und die Wissenschaft mit dem Unglauben?“

Nicht also wird es sich vollenden!

Wer die ewigen Gesetze der Entwickelung versteht, die aus der Geschichte der Menschheit zu uns sprechen, kann nicht zweifeln; siegend schreitet die Wissenschaft fort, und ewig unbesiegt, dem Phönix gleich stets neu entsteigend seiner Asche, trägt hoch der Glaube seine Fahne, bis dereinst die Menschheit ihre Aufgabe gelöst und den Beruf erfüllt haben wird, der ihr geworden ist im Chore der Welten.

Erde entrissen, und die großen Forscher unserer Zeit der Geschichte zurückgegeben haben.

Dieser weltumspannende Blick der heutigen Forschung konnte nun zwar den ältern Kirchenvätern (den frühesten christlichen Geschichtsforschern) bei der Beschränktheit des damaligen Gesichtskreises noch nicht zu Gebote stehen, doch war es weniger dieser Mangel als vielmehr das Verhältniß, in welches die Ueberlieferungen der Hebräer zur Offenbarung gebracht wurden, was ihrer Forschung selbstgeschmiedete Fesseln anlegte.

Hierdurch behindert dem Kerne aller jener Ueberlieferungen nachzuforschen, begnügten sich die Kirchenväter mit der Schale, und schufen aus Namen und Zahlen der hebräischen Tradition den chronologischen Rahmen, in welchen (so schien es seine Beziehung zur Offenbarung zu gebieten) wohl oder übel die Geschichte der gesammten Menschheit hineingezwängt werden mußte.

So entstanden jene christliche Weltären und Gleichzeitigkeitstabellen des Julius Africanus, Eusebius, Panodorus, Anianus, Syncellus u. s. w., welche die Weltgeschichte in die hebräische Gefangenschaft führten.

Wie sehr sie die ältere Geschichte verstümmelten, dafür spricht, daß ein Forscher, wie Ewald, bemerkt: „Es ist schwer zu sagen, wieviel die voreiligen Bemühungen der jüdischen und christlichen Gelehrten jener Zeiten um Ausgleichung der biblischen und ägyptischen Nachrichten geschadet haben"; und daß Bunsen, welcher jenes Verfahren der Kirchenväter vielfach auf das schärfste charakterisirt hat, hervorhebt: „Es ist wichtig, sich dieses (nämlich die Kritiklosigkeit und Willkürlichkeit jenes Verfahrens) anschaulich zu machen; denn nur so kann man ein lebendiges Gefühl gewinnen des schwachen Grundes, auf welchen die Alten das Gebäude der Gleichzeitigkeit der verschiedenen Anfänge aufgeführt, ein Gebäude,

aus welchem dann die Chronologie der christlichen Völker sich gebildet hat."

Tragisch ist es zu sehen, welch ungeheuere Masse von Geist und Gelehrsamkeit seit mehr als einundeinhalb Jahrtausend verschwendet worden ist, um aus den Traditionen der Hebräer ein Prokustesbette für die Menschengeschichte zu schaffen, so aussichtslos auch dieses Beginnen von vornherein sein mußte, da die jüdischen Ueberlieferungen, ganz abgesehen von ihrem sonstigen historischen Werthe, gerade in den Zahlen, anders im hebräischen, anders im samaritanischen Pentateuch, und noch anders in der Septuaginta lauten; und schließlich eben alles von der Deutung und Auslegung abhängt.

Zu verwundern ist daher nur, daß nicht noch mehr als etwa 200 solcher Weltären zu Stande gebracht worden sind, deren längste die Welt im Jahre 6984 und deren kürzeste sie 3483 v. Chr. läßt geschaffen werden.

Die Mehrzahl indeß, so namentlich die abendländische Kirche, welche das Jahr 3950 v. Chr. annimmt, setzt den Weltanfang um den Beginn des 4. Jahrtausend v. Chr. Alle diese Producte christlicher Chronographie sind nun glücklicherweise nicht in bürgerlichen Gebrauch gekommen, und auch die Geschichtschreibung hört nachgerade auf, sich ihrer zu bedienen, wenngleich sie, wie wir noch oft werden hervorheben müssen, die Vorurtheile noch immer nicht los werden kann, welche sie mit jener Zeitrechnung zugleich eingesogen hat.

Nur allein die byzantinische Aera, welche lange Zeit im byzantinischen Reich und in Rußland als die kirchliche und bürgerliche bestanden hatte, ist auch jetzt noch bei Albanern, Serbiern und Neugriechen in Gebrauch. Sie ist aus der im Anfang des 5. Jahrhunderts construirten Weltäre der ägyptischen Mönche Panodorus und Anianus hervorgegangen,

welche als gute Aegypter nnd angesichts der Pyramiden diese mit der Flut nicht ins Gedränge kommen lassen durften, und daher die Erschaffung der Welt so weit zurückschraubten, als sich dies mit den Zahlen der Bibel irgend thun ließ. So kamen sie etwa einundeinhalb Jahrtausend höher als später die abendländische Kirche, nämlich auf das Jahr 5492 v. Chr., welchem die byzantinische Kirche dann aus conventionellen Gründen (wegen der Indictionen) noch 16 Jahre zulegte und somit das Jahr 5508 v. Chr. als Schöpfungsjahr annahm. Dem Indictionscykel zu Liebe (d. h. wegen der seit Diocletian, oder Konstantin I., alle 15 Jahre stattfindenden Steuerausschreibungen) wurde also der Welt ein noch entsprechend früheres Dasein gegönnt; dann aber durch die sechste allgemeine Kirchenversammlung ihr Geburtstag festgestellt, indem diese als erwiesene Thatsache annahm, daß die Welt am 1. September 5508 Jahre 3 Monate und 25 Tage v. Chr. geschaffen worden sei!!

Bis dahin reicht nun zwar bei dem jetzigen Stand der Forschung die beglaubigte Geschichte nicht hinauf; dieser Anfangspunkt steht indeß mit den durch Geschichte und Geologie festgestellten Thatsachen nicht weniger in Widerspruch, wie alle übrigen christlichen Weltären, insbesondere die der abendländischen Kirche, welche die Erschaffung des Menschen oder gar der Welt in eine Zeit setzt, die nunmehr der schon damals nach Jahrtausenden zählenden Geschichte wiedergegeben ist. Wenn man dennoch fortfährt, jene Zahlen wie geoffenbarte festzuhalten, wenn auch jetzt noch, wo die alten Reiche von Assur und Babel ihren Gräbern entsteigen, wo die Entzifferung der Hieroglyphen zugleich die Hieroglyphe der ältesten Menschheitsgeschichte enträthselt und zwei Jahrtausende ägyptischer Geschichte um die Scheitel verwitternder Pyramiden gewunden hat, an deren rothen Faden die Forschung aus den Ueberlieferungen der alten Culturvölker

Asiens Volk an Volk reihet *); wo die hebräische Tradition selbst in ihrem Kern erforscht ist; wo die Geologie das Buch der Erde aufgeschlagen und auf seinen Blättern die

*) Brugsch spricht in der Vorrede zur „Geographie der Nachbarländer Aegyptens nach den altägyptischen Denkmälern“ die Ueberzeugung aus: „daß die Denkmäler an den Ufern des Euphrat und Tigris sich dereinst mit denen des Nilthals ergänzen werden, um ein vollständiges Bild der Geographie und Ethnographie der ältesten Welt vor unsern Augen zu entrollen, wenn sich auch für jetzt noch nicht überall das vollkommen Sichere von dem Unsichern unterscheiden lasse“. Was die Entzifferung der Keilinschriften bisher schon zu Tage gefördert hat, läßt uns keinen Augenblick hieran zweifeln. Hat doch schon Oppert im Vollgefühl des wissenschaftlichen Besitzes, aber, wie Gosche meint, mit ein wenig zuviel Kühnheit, die sich chronologische Bestimmtheit in Zeiten verschaffen will, in welche sonst nur die Aegyptologie mit ihren Denkmälern hinaufreichte, ein systematisches Bild für die gemeinschaftliche Geschichte jener Reiche dahin zu construiren gewagt:

1) die Zeit der drei nichtsemitischen Dynastien von etwa 1500 Jahren, nämlich:
   a. ein chamitisches Reich, von 3540—2449 v. Chr.;
   b. eine arische Invasion mit acht medischen Königen, von 2449—2225;
   c. eine turanische Herrschaft mit elf Königen, von 2225—2017, welche die Keilschrift in Babylonien einführen; also ein turanisches, scythisches, finnisch-tatarisches Culturvolk schon in dieser ältesten Zeit: das wichtigste und zugleich sicherste Resultat der Keilschriftentzifferung, das vielleicht den Schlüssel zur Lösung mancher Räthsel bieten wird.
2) die Zeit der semitischen Dynastien:
   a. eine altchaldäische mit 49 Königen, von 2017—1559;
   b. eine arabische mit acht Königen, von 1559 — 1314 (wahrscheinlich die hieroglyphischen Khet);
   c. eine assyrische Doppeldynastie mit 45 Königen, von 1314—788, welche mit Sardanapal IV. abschließt; und endlich
3) die verwirrte Geschichte der getheilten Reiche von 788 an, Babylonien, Ninive, Medien mit Persien und Susiana, in welche neuerdings M. von Niebuhr aus andern Quellen, „aus der Concordanz des Alten Testaments, des Berossos, des Kanons

ungezählten Jahrtausende ihres Werdens und Bestehens gelesen hat, wo die Erde nun schon drei Jahrhunderte hindurch dem Verdict der Kirche zum Trotz sich um die Sonne bewegt, wo ihre Stellung im Weltall erkannt, und seit Herschel's Tagen, wie seine schöne Grabschrift sagt, die Schranke des Himmels durchbrochen ist; wenn man heute noch, aller Wissenschaft Hohn sprechend, das Jahr 1860 als das 5809. seit Erschaffung der Welt ausgibt; wenn man heute noch fortfährt, die Geschichte der Menschheit in die Fesseln von Glaubenssätzen schlagen zu wollen, welche alle Vorstellungen über Welt und Menschenleben so lange Zeit hindurch verwirrt und irre geführt haben: so dürfte die Erinnerung an die Art und Weise ihrer Entstehung noch immer nicht überflüssig gewesen sein, wenn auch die Forschung auf allen Gebieten des Wissens schon längst jene Bande gesprengt hat und die beste Widerlegung die Zusammenstellung dessen sein wird, was sie uns von jenen historischen Jahrtausenden schon jetzt erkennen läßt, in welche der Glaube

---

der Könige und der griechischen Schriftsteller", Klarheit zu bringen versucht hat.

Dieser nunmehr „historischen Zeit" der Euphrat- und Tigrisländer geht eine mythische Geschichte von unbestimmbarer Dauer voraus, welche mit dem Bau des Babylonischen Thurms im Jahre 3540 v. Chr. ihren festen Abschluß findet, sodaß die Geschichte jetzt auch hier schon in jener Zeit beginnen darf, welche wir oben als ihren Anfang bezeichnet haben, d. i. mit dem 4. Jahrtausend vor unserer Zeitrechnung. Wir zweifeln nicht, daß, bevor wir an die Darstellung dieser Jahrtausende selbst gelangen, die gerade jetzt rastlos thätige Forschung nicht nur hier noch Ungeahntes entziffert, sondern den historischen Schacht auch an andern Planetenstellen gleich tief hinabgetrieben, und zugleich auch die Wechselbeziehungen der Völker- und Menschenstämme jener frühen Zeit mehr und mehr enthüllt haben wird, sodaß sich alsdann ein ungleich vollständigeres Bild desselben als in diesem Augenblick (1860) wird gewinnen lassen.

nicht blos die Erd-, sondern die ganze Weltschöpfung setzen wollte.

Freilich sind es nur einzelne Stellen des Erdenrunds, an welchen die Forschung bis zu jenen Tiefen hinabgedrungen ist. Nur einzelne Bruchstücke aus dem Gesammtleben der Menschheit hat sie bisher aus jenen ältesten Zeiten zu Tage zu fördern vermocht. Nur inselartig taucht der älteste historischem Wissen zugängliche Geschichtsgrund auf aus der Nacht der Vorzeit, zeigt nur vereinzelte Stellen der Erdoberfläche unsern Blicken, während alles Uebrige noch kimmerisches Dunkel umhüllt. Erst nach und nach entsteigen immer größere Flächen jenem Nebelmeer, unter welchem die Urzeit verborgen liegt, wie einst die Continente selbst dem Urocean.

Die Einzelvölker vereinigen sich zu Völkergruppen, zu immer größern Völkerkreisen, bis endlich nach Entdeckung der andern Erdhälfte die prophetische Ahnung Seneca's sich erfüllt, das Rund der Erde sich erschließt, und die Menschheit anfängt (denn über die Anfänge sind wir auch jetzt noch nicht hinaus) zu einem Ganzen zusammenzuwachsen.

Daß diese klar vor Augen liegenden Thatsachen der Geschichte, die uns lehren, wie jetzt erst die verschiedenen Glieder der Menschheit, welche sich an den einzelnen Planetenstellen entwickelt haben, allmählich zu einem Ganzen zusammenzuwachsen beginnen, daß diese Thatsachen selbst heute noch so vielfach ignorirt werden, daß noch immer die Entwickelungsgeschichte der Menschheit den adamitischen Glaubensvorstellungen zu Liebe in diese eingezwängt wird, das läßt uns wiederum deutlich erkennen, wie es der Glaube ist, der auch gegenwärtig noch die unbefangene Auffassung der Menschheitsgeschichte unmöglich, ja für die Lehren der Geschichte selbst geradehin unempfänglich macht.

Der enge Gesichtskreis der semitischen Völker ließ diese das Wenige, was ihnen von der Menschheit bekannt war, für das Ganze halten. Sie ahneten noch nicht, daß es nur ein einzelnes Glied jenes großartigen Gesammtorganismus war, für welchen ihnen jede Vorstellung fehlte; ähnlich wie im fernen Ostasien ein anderes Glied der Gesammtheit, der große Völkerkreis der chinesischen Welt, sich für das Ganze hielt; der vielfachen andern beschränkten Vorstellungen dieser Art gar nicht zu gedenken.

In so dürftigen Anschauungen wurzeln also hier wie dort und überall die frühesten Glaubensvorstellungen, auch die, welche aus dem Judenthum in das Christenthum mit übergegangen sind und so lange Zeit hindurch gegen die aufkeimende Erkenntniß der Wirklichkeit angekämpft haben.

Mit prophetischem Blick verkündet schon der große Heide Seneca (in der „Medea"):

Venient annis secula seris,
Quibus Oceanus vincula rerum
Laxet, et ingens pateat tellus,
Tethysque novos detegat orbes,
Nec sit terris ultima Thule.

Und diese großartige Ahnung, der schon offenbar geworden ist, daß die bis dahin erschlossenen Erdtheile eben nur Theile eines großen Ganzen sind, das sich erst in späten Jahrhunderten in seiner Gesammtheit vollreif entfalten wird, diese echte Offenbarung des Menschengeistes sehen wir mehr als ein Jahrtausend hindurch von christlichen Glaubensvorstellungen niedergehalten werden.

Schon die von den Griechen klar erkannte Kugelgestalt *)

---

*) Stellte sich auch Thales, abweichend von der homerischen (und auch alttestamentlichen) meerumflossenen Scheibe die Erde noch als eine Walze, Anaximander als Cylinder, Anaximenes als eine von der Luft getragene Tischplatte vor, der vielen andern Vermuthungen gar nicht zu

der Erde hatte den denkenden Geist auf das Vorhandensein noch unbekannter Glieder der Menschheit hingeführt. Der lateinische Kirchenvater Lactantius erklärte dies für absurd, mit jener Zuversicht und Ueberhebung, die noch heute den Vertheidigern überkommener Glaubensvorstellungen eigen ist und wol für immer bleiben wird. „Ist es möglich“, sagt er, „daß Menschen so albern sein können, zu glauben, daß auf der andern Seite der Erde das Getreide und die Bäume mit ihrer Spitze abwärtshängen, und daß dort die Menschen ihre Füße höher als ihre Köpfe haben sollten? Wenn man diese Philosophen fragt, wie sie solche Ungereimtheiten beweisen, wie sie sich erklären wollen, warum dort nicht alle Dinge von der Erde wegfallen, so antworten sie, daß die Natur aller Dinge so eingerichtet ist, daß die schweren Körper gegen den Mittelpunkt der Erde streben, gleich den Speichen eines Rades, während die leichten Körper, Wolken, Rauch, Feuer überall von dem Mittelpunkte weg gegen den Himmel hingehen. Ich bin wahrhaftig in Verlegenheit, wie man solche Leute nennen soll, die, wenn sie einmal in

---

gedenken, so lehrte doch schon Pythagoras die Kugelgestalt der Erde, Aristoteles folgerte sie aus physikalischen Gründen, und Zeno und die Stoiker waren ihre eifrigsten Vertheidiger. Einem Eratosthenes, Strabo und Ptolemäus war sie unzweifelhaft.

Und dennoch wurde diese Erkenntniß von Glaubensvorstellungen wieder überwuchert und zurückgedrängt. In der „christlichen Topographie“ des vielgewanderten Kosmas Indopleustes (500 n. Chr.) wird die Lehre von der Kugelgestalt der Erde und den Antipoden (Geminos hatte schon ein halb Jahrtausend früher die Menschen nach ihrer Stellung auf der Erdkugel in σύνοικοι, περίοικοι ἄντοικοι oder ἄντωμοι und ἀντίποδας getheilt) als „heidnische Ketzerei“ verdammt, und blieb es, wie durch die obigen Beispiele angedeutet werden sollte, bis ein Jahrtausend später die unwiderlegbare Erfahrung die Wahrheit jener alten heidnischen Ketzerei bestätigte und die Glaubensvorstellungen zwang, sich ihr anzubequemen.

den Irrthum gerathen sind, dann noch so hartnäckig in ihrer Thorheit beharren, und eine absurde Meinung durch eine zweite, noch absurdere vertheidigen wollen."

Die Weltgeschichte hat diese Absurdität des Lactantius gerichtet.

Der etwa hundert Jahre später lebende heilige Augustinus (400 n. Chr.) ließ nun zwar die Kugelgestalt der Erde passiren, gestattete aber nicht, daß die andere Seite der Erde von Menschen bewohnt sei, „weil die Heilige Schrift keiner solchen Rasse unter den Nachkommen Adam's erwähnt".

Sehr natürlich, da die Verfasser derselben nichts von diesen Menschenrassen wußten, konnten sie ihrer auch nicht erwähnen. Ebenso natürlich aber auch, daß der Glaube diesen sehr offenbaren Grund nicht zugeben darf, und sowie er früher bewies, daß jene Rassen gar nicht vorhanden sein könnten, weil die Schrift nichts von ihnen wisse, so muß er sich jetzt, da sie nun doch vorhanden sind, nothwendig bemühen, das Gegentheil zu beweisen und sie in die Schrift hinein zu interpretiren. Es ist erstaunlich, welche Fülle von Scharfsinn und Gelehrsamkeit bereits aufgeboten worden ist, und noch immer aufgewendet wird, die Menschheitsgeschichte mit Hülfe der vergleichenden Sprachforschung, Mythologie, Ethnologie, Physiologie und jedweder andern Wissenschaft den semitischen Glaubensvorstellungen anzubequemen, als ob das Seelenheil davon abhänge. Das freilich glaubte man früher allerdings, und mag es immerhin heute noch glauben; nur hat es mit der Wissenschaft nichts zu thun. Für den heiligen Bonifacius lag hierin der Hauptgrund, den Bischof Virgilius von Salzburg bei dem Papst Zacharias der Ketzerei anzuklagen, weil er behauptet hatte, daß es wirklich Antipoden gäbe, also eine Welt, die ganz aus dem Bereiche der Erlösung liege. Solche Bedenklichkeiten blieben denn

auch noch lange unter den christlichen Schriftstellern vorherrschend, und noch Tostatus erklärte die Meinung von der Rundung der Erde als „sehr gefährlich", wenige Jahre vor der Entdeckung Amerikas. *)

---

*) Wie der Glaube, nachdem er so viele Jahrhunderte hindurch die richtige Vorstellung vom Rund der Erde, vom Erdganzen in seiner Aeußerlichkeit, niedergehalten hatte, nicht minder eifrig der mit den Entdeckungen in den Himmelsräumen sich erweiternden Weltanschauung entgegentrat, werden wir später sehen. Kaum begann damals der Menschheit klar zu werden, daß unsere Welt, die Erde, selbst ein Himmelskörper sei, wie die Myriaden, welche den unendlichen Raum erfüllen, daß es eine Welt von Welten gebe, und daß die Erde mit der Menschheit nur ein im Weltganzen verschwindendes untergeordnetes Glied sei, da stemmten sich auch sofort wieder die durch eine solche Weltanschauug in ihrem Innersten berührten Glaubensvorstellungen derselben mit ähnlichen Argumenten entgegen, wie der Erkenntniß des Erdganzen.

Schon Melanchthon stellte ihr einen Glaubensbeweis gegenüber, der seiner Meinung nach sehr fest ist. „Es gibt", sagt er, „nur Einen Sohn Gottes, und dieser ist unser Herr Jesus Christus, welcher, als er in diese unsere Welt kam, nur einmal gestorben ist, und einmal von den Todten auferstanden, und nicht wo anders hat er sich gezeigt, oder ist er gestorben und von den Todten auferstanden. Wir haben daher nicht mehrere Welten zu denken, weil nicht angenommen werden kann, daß Christus mehreremal gestorben und von den Todten auferweckt sei".

Im Grunde genommen dasselbe, was der heilige Augustinus der durchaus richtigen Ahnung von den Antipoden entgegenstellte, „daß diese ja dann außerhalb des Bereichs der Erlösung liegen würden".

Solche Glaubensvorstellungen, „denen die Menschheit dieser Erde, ihre Heiligung und Erlösung und die Gemeinschaft der Heiligen in einem Gottesstaat, der letzte und höchste Zweck alles Daseins, das höchste Object der ewigen Rathschlüsse der Gottheit ist", werden uns denn auch bei der fernern Darstellung auf Schritt und Tritt begegnen; vor allem da, wo es sich darum handeln wird, den Erdorganismus mit Einschluß der Menschheit in seiner lebensvollen Gliederung und selbstthätigen Entwickelung als Glied im Organismus des Sonnen- und Weltsystems tiefer zu erfassen, und wir werden inne werden, daß der Kampf des Glaubens und Erkennens ewig neu, und daß wir mitten in dem des specifischen Christenthums mit der kosmischen Weltanschauung stehen.

Mit ihr erst wurde wenigstens diese Befangenheit des Glaubens durch die Macht der Thatsachen gerichtet und für immer beseitigt. Die prophetische Ahnung des edeln Römers hat begonnen sich zu erfüllen. Enthüllt liegt vor den Blicken der Menschheit das Erdenrund, die solange getrennten, in eigenthümlicher Entwickelung herangewachsenen Glieder der Gesammtheit fügen sich allmählich zu dem Menschheitsganzen zusammen, uns das Walten jener großartigen Gesammtorganisation offenbarend, der sie eingegliedert sind.

3.

Die Geschichte der Menschheit.

Den Gesammtverlauf der bisherigen Menschheitsgeschichte hat kürzlich Neumann (am Schlusse der Geschichte des englischen Reichs in Asien) in seinen großen Zügen treffend gezeichnet, zugleich die Ahnungen der Zukunft andeutend, die sich aus ihm ergeben.

„Die Geschichte unsers Geschlechts“, so schildert er, „beginnt mit vereinzelten Stämmen, welche im Laufe der Jahrhunderte das Menschenthum herausbilden, in Nationen und Staaten zusammenwachsen. Es entstehen Reiche, Völker und Staatenvereine, welche große Ländergebiete einnehmen und selbst Erdtheile beherrschen. Der neuen Zeit genügt das nicht mehr; sie will die ganze Erde umfassen. Das europäische Staatensystem hat schon längst Europa überschritten; mit einem Fuße steht es in Asien, mit dem andern in Amerika. Selbst Afrika ist theilweise hineingezogen. Das zur Selbständigkeit schnell heranreifende Australien wird das letzte Glied im weltumschlingenden Reigen. Ist dies geschehen, hat sich einstens vom Westen her das neue Leben über den Osten, über die Erde ergossen, dann erst ist der Kreislauf der Cultur vollendet; dann erst sind die Kämpfe zwischen Europa und Asien, zwischen Freiheit und Knechtschaft, womit Herodot die Geschichte unsers Geschlechts beginnt, zu Ende.

Und so wird die Menschheit, im Kriege wie im Frieden, immermehr sich ausbilden, immer weiter und weiter schreiten, bis alle Länder und Inseln, alle Marken und Gauen zu einem schön-guten Ganzen sich scharen, bis alle Willkürherrschaft geendet und die freien Staatengruppen im Weltstaatensystem zusammenfließen."

Wer erinnert sich nicht bei diesem die ganze Menschheit umfassenden Weltreich des Staatsideals der Stoiker? „Von dem Stifter der Schule bis auf die letzten römischen Stoiker pflegte die stoische Schule diesen Gedanken mit großer Liebe und erhob ihn zur culturgeschichtlichen Bedeutung. Die Grundidee der Politeia des Zenon namentlich findet Plutarch darin, daß die Menschheit ohne Unterschied besonderer Staaten, Völker und Gesetze ein einträchtiges Gesammtleben und Weltreich bilde, vom gemeinschaftlichen Gesetze wie eine zusammenweidende Herde von einer Trift zehrend; und der Römer Marc Aurel führt später aus, daß die Welt als eine die ganze Menschheit umfassende Stadt zu betrachten sei, in welcher die Einzelstaaten nur gewissermaßen als einzelne Häuser erscheinen. So entfaltet sich der Gedanke des von Sokrates angeregten und von den Cynikern und Cyrenaikern festgehaltenen Weltbürgerthums in der Stoa zu der Idee des Weltreichs, theils in dem Sinn einer anzustrebenden allgemeinen Staatsverbindung, theils als einer immer bestehenden natürlichen innern Gemeinschaft der Menschheit." Wie sich in den Ideen jener Zeit die Entwickelung der macedonischen und römischen Weltherrschaft widerspiegelt, so führt der Rückblick auf die Geschichte der letzten Jahrhunderte und die Umschau der Gegenwart zu jenen Ahnungen der Zukunft; zu jenem Weltstaatensystem, auf das wir oben mit Neumann's Worten hingedeutet haben.

Dieses „Weltstaatensystem" wird dann vielleicht die Periode der Vollreife des Gesammtorganismus „Menschheit"

umfassen, und weit entfernt die durch andere Ursachen bedingte und dem Begriff eines organischen Ganzen entsprechende individuelle Verschiedenheit der Einzelvölker aufzuheben, wird es gerade durch diese um so lebenskräftiger sich entfalten, nur freilich wol erst in Jahrhunderten, die Seneca's schönes Wort

Venient annis secula seris!

noch immer kaum ahnen läßt.

Wie fern aber auch diese Zeiten noch liegen mögen, das wenigstens hat uns die bisherige Entwickelungsgeschichte der Menschheit bereits erkennen lassen, daß sie ein großartiges Ganzes bildet, einen aus dem Ineinandergreifen der verschiedenen Völkerentwickelungen hervorgehenden Gesammtorganismus. Th. Waitz hat uns in der Anthropologie das Bild desselben anschaulich vor Augen geführt: „Jede civilisirte Gesellschaft, sei sie kleiner oder größer, läßt deutlich erkennen, daß zu ihrem Bestehen und zu ihrer Fortentwickelung eine Theilung der Arbeit, eine Mannichfaltigkeit der Geschäfte gehört, die sämmtlich gleich nothwendig, wenn auch nicht alle von gleichem innern Werthe sind. Diese so äußerst verschiedenen Leistungen müssen zweckmäßig zusammenwirken, was nur da geschehen kann, wo verschieden geübte und gebildete Kräfte, Fertigkeiten und Fähigkeiten sich dem Dienste der Gesellschaft widmen. Was für den Staat die Individuen sein sollen, das können und sollen für das Ganze der Menschheit die einzelnen Völker werden: wie jene durch ihre speciellen Berufsthätigkeiten den allgemeinen Bedürfnissen der Gesellschaft entgegenkommen und für deren Befriedigung durch ihre Arbeit sorgen sollen, so haben auch allmählich die sämmtlichen Einzelvölker in Beziehung auf die ganze Menschheit ihre specielle Stellung und Function zu übernehmen; es ist ihr Beruf wie ihr Schicksal früher oder später in den allgemeinen Weltverkehr mit hineingezogen zu werden und

auf die eine oder die andere Weise durch Arbeit für die nothwendigen Zwecke des großen Ganzen mitzuwirken und in den Gang seiner Entwickelung einzugreifen."

Wenn nun auch Th. Waitz das Wort „Organismus" nicht ausspricht, noch weniger die weitern Consequenzen zieht, welche sich aus diesem Begriffe ergeben, so läßt doch seine der Wirklichkeit entsprechende Darstellung selbst den Gesammtorganismus der Menschheit klar erkennen.

Schon das Alterthum fühlte diesen Begriff des Ganzen heraus, und wenn es auch bei der Enge des damaligen Gesichtskreises vom Menschheitsganzen keine klare Vorstellung haben konnte, so war doch schon in früher Zeit den Römern wie den Griechen klar, daß wenigstens das Staatsganze ein Organismus sei. Stellt doch schon jene berühmte Rede des Menenius Agrippa, welche der secessio plebis in montem sacrum ein Ende machte, den Staat geradezu dem menschlichen Organismus gleich, indem sie darauf hinweist, wie die verschiedenen Glieder des Staats einen einzigen Körper bilden, in welchem kein Theil ohne den andern bestehen könne und dessen Gedeihen wiederum nur durch die Wechselwirkung der verschiedenen Glieder möglich wäre. Daß diese Rede ihre Wirkung nicht verfehlte, zeigt, wie tief und allgemein schon damals, wenn auch nicht das Bewußtsein, so doch das Gefühl jener organischen Einheit war.

Nicht minder bei den Griechen.

Der Dorier, so schildert Otfried Müller, suchte im Staate den Κόσμος, die Einigung des Mannichfaltigen. Es ist ein Grundgedanke dieses Volksstammes, den König Archidamos bei Thucydides ausspricht: „Das ist das Schönste und Beständigste, daß die Vielheit einem Κόσμος sich dienend zeige." *)

*) Freilich ist diese Anschauung in keinem der alten Staaten verwirklicht worden, und auch die Gegenwart ist noch weit davon entfernt,

In gleicher Weise hat unsere Zeit klarer als bisher die verschiedenen Völker und Menschenstämme als Theile und Glieder eines höhern Ganzen, der Menschheit, erkannt,

---

den Gedanken, daß der Staat einen großartigen Organismus bildet, durch harmonisches Zusammenwirken der das Leben dieses Organismus bedingenden Gegensätze zur vollendeten Erscheinung zu bringen und jenes Staatsideal darzustellen, auf das unser großer Dichterheros in Epimenides' Erwachen hinweist:

Ich schaue gern der Menschenhände Werk,
Woher des Meisters Hochgedanke strahlt,
Und dieser Pfeiler, dieser Säulen Pracht
Umwandl' ich sinnend, wo sich alles fügt,
Wo alles trägt und alles wird getragen,
So freut mich auch zu sehn ein edles Volk
Mit seinem Herrscher, die im Einklang sich
Zusammenwirkend fügen, für den Tag,
Ja, für Jahrhunderte, wenn es gelingt.

Den Grund, warum es bisher noch immer mislungen, hat Hildebrand in der „Rechts- und Staatsphilosophie" treffend angedeutet. Die beiden Merkmale, sagt er, daß der Staat die zur selbständigen Persönlichkeit erhobene Einheit des Gemeinlebens ist, und daß er die Gesammtinteressen des letztern zu seiner Aufgabe hat, sind im Begriffe des Staats gleich wesentlich enthalten, und man sollte daher glauben, daß sich bei den Völkern, welchen der Staatsbegriff überhaupt zum Bewußtsein kommt, beide mit gleicher Energie geltend machen müßten. Dem ist jedoch, wie die Geschichte zeigt, nicht so, vielmehr je energischer sich in der Regel das eine dieser beiden Merkmale im Volksleben Anerkennung verschafft, um so geringer ist die Anerkennung, welche dem andern zu Theil wird. Schafft sich die Staatspersönlichkeit in einer starken Monarchie einen adäquaten Ausdruck, so pflegt dieselbe mehr oder weniger einen egoistischen Charakter anzunehmen — das Königthum von Gottes Gnaden wird übermäßig betont — und der Gedanke, daß es dem Gemeininteresse dient, und daß andererseits auch das Recht des Tagelöhners „von Gottes Gnaden" ist, tritt mehr in den Hintergrund. Das „Gottesgnadenthum" wird zum Deckmantel der Selbstsucht, die Lehre vom „göttlichen Rechte" führt zu den Thaten der Stuarts. Ist es dagegen überwiegend die Richtung auf das allgemeine Interesse, welche die Staatsidee im Volksbewußtsein zur Reife bringt, so knüpft sich hieran die irrige Ansicht, daß die Gesammtinteressen sachgemäß durch die Gesammtheit selbst besorgt würden, es kommt dann zu keiner entschiedenen Ausprägung der Staatspersönlichkeit, die Idee der Volks-

welche, von allen Einzelvölkern verschieden, die Einheit derselben darstellt. Die höhere Einheit des Menschheitsganzen, zu welcher sich die einzelnen Völker zusammengliedern, ist

---

souveränetät tritt in den Vordergrund und wird nicht minder zum Deckmantel der Selbstsucht, d. h. der Menge, der Parteien und ihrer Führer.

Daß diese Einseitigkeiten und Gegensätze sich einer höhern Einheit, dem Staatsorganismus, unterordnen, daß sie nach harmonischer Ausgleichung streben, indem sie alle, Haupt und Glieder, sich als Organe des großen Ganzen, des Staats erkennen und demgemäß, die Selbstsucht der Sonderinteressen überwindend, auch handeln; daß wir dem Ziele näher kommen, auf welches der Verfasser (im Jahre 1848 als Mitglied der Nationalversammlung) hindeutete: „Regierung und Volk sind eins, denn die Regierung ist in Wahrheit der Ausdruck des freithätigen Volkswillens"; oder wie es kürzlich Held in den Grundanschauungen über Staat und Gesellschaft als das höchste Ideal des Staats hingestellt hat: „Herrschend beherrscht, beherrscht herrschend zu sein", das ist die Aufgabe, zu deren Lösung die Gegenwart berufen ist.

Ob wir aber diese große organische Idee unserer Zeit, die Idee der gesetzlichen Freiheit und rechtlichen Gleichheit aller im Staat zu verkörpern im Stande sein werden, ob die verschiedenen Glieder des Gesammtorganismus in freier sittlicher Selbstbestimmung je nach der Verschiedenheit ihrer Stellung und Aufgabe im Staatsganzen sich dieser gemäß jenem organisch einzuordnen vermögen, und ob sich Staatsmänner finden werden, welche nicht blos im Staub der Bureaux groß gewordene, ohne leitende Ideen Experimentalpolitik treibende „Geschäftsmänner und Routiniers", sondern in Wahrheit „Staatsmänner" sind, die mit der klar erkannten, von doctrinärer Engherzigkeit und selbstsüchtiger Einseitigkeit freien Idee des Staats, auch die Fähigkeit zum organischen Denken und Handeln verbinden, und demgemäß den verschiedenen, sich bekämpfenden materiellen Interessen, die politisch-ideale Richtung auf das große Ganze, und zugleich durch entsprechende, den realen Verhältnissen gemäße Institutionen den wahren dauernden und doch fortbildungsfähigen Ausdruck zu geben den Muth und die Kraft haben, oder ob die Lösung dieser Aufgabe einer neuen Menschheit vorbehalten ist, und wir jene große Idee nur erzeugen sollten, um über den Versuch ihrer Verwirklichung unterzugehen, das ist die große Frage an die Zukunft!

Sicher indeß werden wir schon durch diesen Versuch unsern schuldi-

also nichts weniger als Einerleiheit der Völker selbst, sie bedingt vielmehr gerade deren Mannichfaltigkeit und Verschiedenheit, indem sie erst aus der Wechselwirkung dieser hervorgeht, und sich so als organische Einheit, das Menschheitsganze als einen Organismus erkennen läßt.

Diese Thatsache der Geschichte, daß die Einheit des Menschengeschlechts sich erst im organischen Entwickelungsproceß allmählich entfaltet hat und jetzt noch in der Entwickelung begriffen ist, daß die verschiedenen Menschenstämme erst allmählich mehr und mehr zu einem Ganzen zusammenwachsen, ohne darum ihre Verschiedenheit aufzugeben, daß wir somit in der Geschichte der Menschheit das allmähliche Werden dieser Einheit verfolgen können, und sie als die Blüte und die Frucht der in der Verschiedenheit der Einzelentwickelungen wurzelnden Gesammtentwickelung zu erkennen vermögen, dies alles wird bei der Frage nach der Einheit des Menschengeschlechts und der Verschiedenheit der Rassen noch immer viel zu wenig beachtet; und dennoch ist die endliche Lösung dieser Frage nur vom Standpunkte einer solchen Gesammtanschauung überhaupt möglich; von welcher aus wir später auf dieselbe zurückkommen werden.

---

gen Beitrag zu ihrer dereinstigen Verwirklichung geliefert haben, und kommende Geschlechter werden fortbauen und vollenden, was die Gegenwart angestrebt hat.

4.

Aufgabe der Menschheitsgeschichte.

Um nun zunächst den durch die bisherige Entwickelungsgeschichte zur Erscheinung kommenden Gesammtorganismus der Menschheit, von dem alle einzelnen Völker nur Glieder sind, welche durch ihre eigene Entwickelung mit beitragen zu der der Gesammtheit, begreifen, und seine allmähliche Entfaltung verstehen zu können, müssen wir die Menschheitsgeschichte auch sofort von dem Augenblick an, wo sich ihr Schleier lüftet, als ein Ganzes, und selbst schon das Wenige, was wir anfänglich nur zu erkennen vermögen, in Beziehung zu diesem Ganzen zu erfassen suchen; müssen wir in gleicher Weise das Gesammtleben der Menschheit durch den ganzen Verlauf seiner Entwickelung als eine unzertrennbare Einheit im Auge behalten; dürfen wir also auch die „historischen" Völker nicht sondern von den nichthistorischen, die Culturvölker nicht trennen von den sogenannten Naturvölkern. Für die Geschichte der Menschheit kommen sie alle nur als Theile des Einen Ganzen in Betracht. „Nicht die Völker allein, deren Namen und Leben die Posaune der Geschichte verkündet, auch die wilden und barbarischen Horden, die aus dem flüchtigen Gedächtniß ihrer Abkömmlinge verwischt sind, haben ihr Tagewerk vollbracht und auf ihre Nachfolger tiefen und bleibenden Einfluß geübt. Noch vor zehn Jahren,

bevor die Pfahlbauten unterhalb der Seen der Schweiz entdeckt worden, wußte man nichts von einem Volke, das mehr als zwanzig Jahrhunderte lang *) den Boden für die gegenwärtige Civilisation urbar gemacht, mit wilden Thieren gekämpft, Wälder ausgerodet, das Land angebaut, mit einem Worte, die große Arbeit der ersten Ansiedelung, welche die Griechen ihren Halbgöttern zugeschrieben, zu Stande gebracht hat. Die Urheroen der Alpenthäler führen nicht die glorreichen Namen Hercules und Theseus, haben aber dennoch vollen Anspruch auf die Dankbarkeit der Nachwelt. Die gegenwärtigen Geschlechter sind mit den längst dahingeschwundenen solidarisch verbunden, und ein reichlicher Antheil an der so gepriesenen Civilisation der Neuzeit kommt auf Rechnung der namenlosen Völker aus dem Zeitalter des Steins und der Bronze."

Es ist daher vollkommen zutreffend, wenn Held sagt: „Es gibt nichts Menschliches, wovon sich nicht in jedem Menschen etwas fände, und keine Bildungsstufe eines Volks, die nicht von allen vorausgegangenen und künftigen Bildungsstufen des eigenen Volks etwas enthielte." Was von den vorhistorischen Völkern gilt, das gilt auch von den sogenannten außerhistorischen Naturvölkern. Auch ihre Geschichte greift tief ein in die Geschichte der Gesammtheit. Denn daß sie wirklich eine Geschichte haben, wenn auch wegen der Monotonie des ganzen Daseins dieser Völker ihre Entwickelung für unser Auge zu verschwinden und kaum noch den Namen Geschichte zu verdienen scheint, werden wir später sehen. So arm diese also auch scheinen mag gegen-

*) „Selbst Jahrtausende vorhistorischer Zeiten", sagt C. Ritter, „können nach dem Alter und Umfange der Pfahlbauten-Ansiedelungen vergangen sein, in denen das Eisen diesem Volke noch unbekannt war."

über der reichen Entfaltung der Culturvölker, so groß auch die Mannichfaltigkeit der Gestaltungen ist, welche hiernach die verschiedenen Völker- und Menschenstämme darbieten, und so verschieden der Antheil, dem die Einzelvölker durch die Erfüllung ihrer besondern Aufgabe, durch ihre eigenthümliche Entwickelung an der Entwickelung des Ganzen nehmen, daß dies der Fall ist, daß sie alle in einer Wechselbeziehung stehen, deren Nichtberücksichtigung nur zu oft selbst die Entwickelung der sogenannten historischen Völker geradehin unverständlich erscheinen läßt, das steht lesbar auf jedem Blatte der Geschichte.

Darum muß uns von der ältesten Zeit bis auf die Gegenwart heran, wie auf einer Erdkarte in Mercator's Projection, durch alle Zeiträume der Entwickelung hindurch stets das Gesammtbild der Menschheitsgeschichte vor Augen treten, soll es jemals gelingen, eine Anschauung zu gewinnen von dem großartigen Korallenbau, der aus dem Zusammenwirken der gleichzeitigen und der aufeinander folgenden Geschlechter der Menschen emporsteigt.

Können nun auch solche Gesammtbilder anfänglich nur lückenhaft sein, weil im frühesten Dämmerlicht der Geschichte nur die höchsten Spitzen der Berge leuchten wie im Alpenglühen, während die dazwischenliegenden Thäler noch das Dunkel der Nacht umfängt, die spätere Tageshelle hat uns auch von ihnen Kunde gegeben. Es muß daher selbst schon in jener Zeit, wo sich nur einzelne Stellen der Erdoberfläche unsern Blicken darbieten, der größte Theil aber noch mit einem mehr oder weniger durchsichtigen Schleier bedeckt ist, dennoch stets das Ganze ins Auge gefaßt werden, und mit Hülfe dessen, was Naturwissenschaften, vergleichende Sprachforschung, Mythologie, Alterthumsforschung u. s. w. im Zusammenhange mit den realen Ueberresten der sogenannten außer- oder vorhistorischen Völker von deren Dasein be-

kunden *), dieses Resultat auf einer das ganze Erdenrund umfassenden geographisch-historischen Karte wenigstens angedeutet werden, damit wir stets im Bewußtsein behalten,

*) Von derartigen realen Ueberresten sind für unsere europäische Urzeit die schon oben erwähnten, erst vor wenigen Jahren entdeckten Spuren menschlicher Wohnstätten unterhalb der schweizer Seen vom höchsten Interesse. C. Ritter hatte noch in seinem Todesjahre nach Mittheilungen von Fr. Troyon ausführlichen Bericht über dieselben erstattet. Seitdem sind diese Entdeckungen von vielen schweizerischen Gelehrten mit dem größten Eifer verfolgt worden. Fr. Troyon hat sie in seinem Werke („Habitations lacustres des temps anciens et modernes") nach den Stein-, Bronze- und Eisengeräthschaften, die in jenen Pfahlbauten gefunden worden sind, periodenweise geordnet. Seine geologischen Untersuchungen der Alluvialschichten, von denen sie zum Theil überdeckt sind, namentlich im Orbethal, haben zu dem Resultat geführt, daß die ältesten Pfahlbauten schon um 2000 v. Chr. aufgeführt sein müssen. So greift das Gebiet des Studiums der Geologie in den jüngern Gebirgsbildungen, welche die Spuren der ältesten Culturen umschließen, mit dem der Archäologie so innig ineinander wie die Erd- und Menschheitsgeschichte selbst.

„Da, wo historische Denkmäler und schriftliche Urkunden uns im Stiche lassen, beginnt die Rolle des Geologen. Er durchwühlt die Ablagerungen der Flüsse Sandkorn für Sandkorn; fördert zu Tage abgenagte Knochen, Topfscherben, Trümmer aller Art, die in den Archiven der Erdschichten aufbewahrt liegen, und die Prüfung dieser Dinge setzt ihn in den Stand, längst dahingeschwundene Völker der Vergessenheit zu entreißen. Dank diesen Untersuchungen, ist die Geschichte des Menschen in den Gegenden Westeuropas zwei Jahrtausende älter geworden. Fürderhin ist es eine der Wissenschaft gewonnene Thatsache, daß acht oder zehn Jahrhunderte vor dem Trojanischen Kriege ein Volk von Jägern, Ackerbauern und Handwerkern in Helvetien lebte und mit den Völkern in Germanien und an den Küsten der Ostsee verkehrte. Zugleich ist das Feld der Naturgeschichte erweitert worden. Als die Mammuths und die andern antediluvianischen Geschöpfe längst verschwunden waren, bevölkerten noch der Ur, der Bison, das Riesenelenn, der Steinbock und der Biber die Wälder Centraleuropas. Endlich ermitteln wir dadurch eine der wichtigsten Thatsachen für die Geschichte des Erdkörpers selbst, daß nämlich das Klima Helvetiens seit 4000 Jahren sich nur unmerklich verändert habe. Die Bäume und Pflanzen, die heute dort wachsen, wuchsen dort schon damals; dieselben angebauten wie wildwachsenden

daß die bekannten Theile nicht alles, nicht vereinzelte Inseln, sondern nur die höher hervorragenden Theile des zusammenhängenden Festlandes sind, und damit wir zugleich

---

Früchte dienten dem Menschen zur Nahrung; der einzige Unterschied, der sich aus der Untersuchung der Ueberreste aus dem steinernen Zeitalter ergibt, ist, daß die Wassernuß und die Seerose, die jetzt aus den schweizer Seen verschwunden sind, damals in großem Ueberfluß darin gewuchert haben.

„Wer aber waren diese Ureingeborenen? Zu welcher Rasse gehörten sie? Seltsamer Contrast! Von vielen Völkern, deren Sitten uns ein Geheimniß geblieben, kennen wir ihre Herkunft, ihre Kriege, ihre Wanderungen, bis auf den Stammbaum ihrer Könige; und hier haben wir eine Völkerschaft, deren ganzes häusliches Leben und Treiben uns wie ein aufgeschlagenes Buch vor Augen liegt, und dennoch ist ihr Name in tiefes Dunkel gehüllt. Ihre Erzeugnisse werden in Museen aufbewahrt; wir sind sogar im Stande, eine annähernd sichere Statistik von ihnen zu entwerfen, und dennoch schweben sie durch die Geschichte wie ein Schatten, der sich nicht festhalten läßt; wir können sie mit keinem ihnen vorangegangenen oder nachfolgenden Stamm in genetische Verbindung bringen. Hoffen wir indessen, daß in einer nicht zu fernen Zukunft die methodische Erforschung der europäischen Alterthümer und die Zusammenstellung aller Zeugnisse, die uns die noch unter der Erde ruhenden fossilen Trümmer verheißen, der Wissenschaft an die Hand geben werden, der Pfahlbaubevölkerung ihre richtige Stelle in dem Stammregister der Nationen anzuweisen und einen Namen zu geben, ihre Wanderungen zu verfolgen, ihre Stationen zu verzeichnen. Schon ist es durch neuere Entdeckungen bis zur Evidenz festgestellt, daß sie auch die Seen in Savoyen und Oberitalien bewohnt haben. Unzweifelhaft wird man dahin kommen, genau anzugeben, wie weit sich ihr Gebiet zu den verschiedenen Zeiten erstreckt habe, und Aufschlüsse über ihr inneres geistiges und sittliches Leben zu erlangen." (Magazin für die Literatur des Auslandes.)

Das hohe Interesse, welches diese Entdeckungen angeregt haben, hat bereits zu weitern Anlaß gegeben, indem es zur nähern Durchforschung ähnlicher, bis dahin unbeachteter Bauten in Irland und Dänemark Anregung gegeben hat.

Die Zusammenstellung dessen, was aus dem irischen Cranoges und aus den dänischen Kjökkenmöddingern und Torfmooren zu Tage gefördert ist, mit den Ueberbleibseln der Pfahlbauperiode und den übrigen längst

mit einem Blicke überschauen können, wie viel in jeder Zeit uns von der Gesammtheit der Menschenstämme bekannt oder verborgen ist. Nur so werden wir sicher sein, die Stellung

bekannten realen Ueberresten der ältesten Völker an den verschiedenen Stellen des Erdenrundes, in Verbindung mit den Resultaten der Forschung auf allen andern Gebieten der Alterthumskunde, muß völlig neues Licht über eine längst untergegangene Civilisation und über die Wechselbeziehungen jener Culturanfänge verbreiten. Vorläufig wollen wir nur darauf hindeuten, daß, so bequem auch die Eintheilung in eine Stein-, Erz- und Eisenzeit sein mag, wenn anders sich solche Perioden überall streng sondern und ausscheiden ließen, es mit diesen historischen Schichten sich doch ähnlich verhält, wie mit den Schichten der Erdrinde selbst und mit der aus diesen gebildeten idealen Scala der Gebirgsformationen. Sowenig diese, was nur zu lange als geologisches Dogma galt, jemals wie zusammenhängende Zwiebelschalen die Erde umspannt haben (vielmehr sämmtlich mehr oder weniger lokale Bildungen sind), sowenig lassen die Perioden der Stein-, Bronze- und Eisenzeit den Schluß auf Gleichzeitigkeit und Gleichartigkeit für das ganze Erdenrund zu; ja nicht einmal für einen so kleinen Raum wie Mitteleuropa.

Gesetzt nämlich, sagt Keller wol mit Recht, die menschliche Cultur habe wirklich in der Reihenfolge, wie sie aufgestellt wird, ihren Gang genommen, so ist gewiß, daß die Bronzeperiode des nördlichen Europas mit derjenigen des mittlern und südlichen der Zeit nach keineswegs zusammenfällt. Die Bronzezeit Griechenlands und Italiens mag wieder von derjenigen Aegyptens, und diese wieder von derjenigen der asiatischen Länder, die wir als die Wiege der Cultur zu betrachten pflegen, durch Jahrhunderte getrennt sein. Es ist mit Gewißheit anzunehmen, daß, wie die dänischen Alterthumsforscher selbst einräumen, in den skandinavischen Ländern die Steingeräthschaften noch lange im Brauch waren, als in südlichern Ländern die Bronzeperiode schon in voller Blüte war, und daß sowol Aegypten, dessen älteste Monumente bereits die Bearbeitung durch Eisen deutlich genug aussprechen, wie auch Griechenland zur Eisenperiode vorgerückt war, als sich Mitteleuropa noch im Bronzezeitalter befand.

Noch weniger entsprechen sich die Steinzeit des australischen Südens und die des skandinavischen Nordens, die Bronzezeit Westamerikas und die Europas; zumal in Amerika derselben noch ein auf mehr als zehn Jahrhunderte geschätztes Kupferzeitalter vorherging, während in Westeuropa die Bronzezeit unmittelbar auf die Steinzeit folgt; ein neues

und Bedeutung derjenigen, die sich uns anfänglich nur zeigen, richtig zu erkennen und der irrigen Auffassung vorbeugen, zu welcher, wie die tägliche Erfahrung lehrt, der lückenhafte Zustand der ältesten Geschichte nur zu oft Veranlassung gegeben hat, indem infolge desselben dasjenige in den Vordergrund getreten, ja sogar, wie z. B. in Betreff der hebräischen Tradition, auf die ganze Menschheit ausgedehnt worden ist, was einzelne Völker in der durch die Verhältnisse bedingten Beschränktheit ihres Gesichtskreises als „die Welt" angesehen haben, obgleich es doch nichts weiter ist als „ihre Welt", d. h. ein im Verhältniß zum großen Ganzen geringfügiger Theil der Erde und Menschheit.

Die engen Gesichtskreise der Chinesen, Arier, Semiten, Aegypter u. s. w., das „Reich der vier Meere" des Schuking, die Welt der Arier im ersten Fargard des Vendidad, die

---

Volk mit einer neuen Civilisation trat auf die Bühne, wogegen wieder in Centralasien, Hindostan u. s. w. die Steinzeit langsam und schrittweise in die Kupferzeit übergeht, und dieser erst ebenso allmählich sich die Bronzezeit anreiht.

Sollte es verfrüht sein, durch solche Gesammtüberblicke, zu denen wir Anregung geben möchten, durch solche Querschnitte durch den Baum der Menschheitsgeschichte, auf denen uns die Resultate der Einzelforschungen für jede Zeit stets für das ganze Erdenrund vor Augen treten, eine Gesammtanschauung aller jener Culturperioden zu erstreben? Und sollte diese wiederum nicht befruchtend zurückwirken auf die Einzelforschungen selbst, indem sie die Erkenntniß der vielfachen Wechselbeziehungen erleichtert, deren wundersam verschlungene Fäden wenigstens zum Theil bloßlegt, und mehr und mehr unterscheiden läßt, wie hier die still wirkende Macht des Handels und Verkehrs, dort neue über die ältern dahin rollende Völkerwogen ihren umgestaltenden Einfluß geübt, und neue Culturperioden hervorgerufen haben, wie so mit einem Worte:

Die Schifflein herüber, hinüberschießen
Und alles sich zum Ganzen webt?

Welt der Semiten in der Völkertafel der Genesis, die Welt der Aegypter vom „Scharmeer" oder vom „Horn der Welt" bis zu den „vier Stützen des Himmels", wie sie in den Siegesberichten der Thutmosen und Ramessiden auf dem Tempel zu Karnak, und in der berühmten Darstellung der vier Menschenrassen im Grabe Setis sich erkennen läßt, die älteste Welt der hellenischen Anschauung, wie sie aus den Gesängen Homer's uns entgegentritt, sie alle fließen uns — wie sie ja auch (wenigstens räumlich) nebeneinander liegen — für die ältere Zeit zu einem großen Panorama zusammen, das wir wie aus der Vogelperspective als ein Gesammtbild überschauen. Weder jene vier heiligen Berge der Chinesen, noch der engbegrenzte Horizont der Iranier, oder der hebräische, wie er sich im zehnten Kapitel der Genesis darstellt, noch die vier Stützen der Aegypter und das Horn der Welt, oder Homer's Okeanos sind für uns die Grenzmarken „der Welt", sind vielmehr nichts weiter als die „beschränkten Vorstellungen" jener Völker von Erde und Menschheit überhaupt.

Wie auf besondern Bühnen sehen wir alle diese und andere Völkerkreise sich in „ihrer Welt" bewegen, und (oft ohne voneinander zu ahnen) dennoch zusammenwirkend das eine große Drama der Menschheitsgeschichte aufführen. Ebendarum aber weil wir wissen, daß es ein harmonisches Concert ist, in dem alle jene Einzelchöre mitwirken, müssen wir suchen, die Harmonie des Ganzen herauszuhören. Darum dürfen wir auch nicht hineintreten in ein einzelnes Chor, dessen Rauschen die Musik der andern übertönt, den harmonischen Zusammenklang nicht empfinden läßt: das unvermeidliche Los aller Versuche, welche die Geschichte der Menschheit vom Standpunkt eines besondern Volks oder besondern Glaubens erfassen, welche die Anschauung eines Bruchtheils derselben und einer bestimmten Zeit für die ganze Menschheit

und deren fernere Entwickelung als maßgebend angesehen wissen wollen.

Eine jener merkwürdigen Befangenheiten des menschlichen Geistes, die sich auf jeder neu erreichten Stufe immer wieder von neuem einstellt, und nicht blos das gegenseitige Verständniß der einzelnen Glieder der Menschheit unter sich mehr erschwert als fördert, sondern auch nur zu oft vermeintlich „göttlichem“ Wissen die „menschliche“ Auffassung der Menschheitsgeschichte zum Opfer bringt!

Um uns hierdurch das Verständniß derselben nicht verschließen zu lassen, scheint es unumgänglich, mit der oben angedeuteten Totalanschauung heranzutreten an die Geschichte der Menschheit, und von Anfang an alle Menschenstämme ins Auge zu fassen, wenn sich auch anfänglich nur von wenigen Höhe und Umfang ihrer Cultur, und noch seltener der Verlauf ihrer Entwickelung im einzelnen, und nur in den seltensten Fällen die gegenseitigen Beziehungen aller dieser Verhältnisse werden feststellen lassen.

Mit der zunehmenden Helle der Geschichte wird erst über dies alles Licht verbreitet: über die einzelnen Stämme der Menschheit, ihre Absonderung und ihre Verbindungen, über die in ihrer Geschichte sich kund gebenden Eigenthümlichkeiten und Besonderheiten, über die Naturumgebung und die Gesammtheit der geographischen Verhältnisse, in denen sie leben, und über deren Beziehung auf ihre Entwickelung, und endlich über die gegenseitige Berührung der Völker durch Verkehr und Handel, durch Kriege und Völkermischung. Erst allmählich läßt sich erkennen, welchen Einfluß die Gesammtheit aller dieser Verhältnisse (denn im einzelnen tritt dies bei dem Ineinandergreifen aller nur in besonders ausgezeichneten Fällen erkennbar hervor) auf die Entwickelung der verschiedenen Völker hat, und wie meist auch alle diese Einflüsse, soweit sie bisjetzt erschlossen worden sind,

nicht ausreichen, um die besondere Culturentwickelung, die geistigen Eigenthümlichkeiten eines jeden einzelnen Volks vollständig zu erklären, wie vielmehr kaum etwas anderes übrig bleibt als die Annahme specifischer Verschiedenheiten*), und wie dann aus der Wechselwirkung aller dieser Factoren

---

*) Zu dieser Annahme kommt z. B. Lassen in der „Indischen Alterthumskunde". Nachdem er im ersten Buche auf Grundlage des großen Ritter'schen Werks die physischen Bedingungen des altindischen Daseins dargelegt hat, sagt er im zweiten wörtlich: „Im Hintergrunde der ganzen Entwickelung des indischen Geistes, die nur durch die eigenthümliche Natur des Landes und die Geschichte mit ihren Thaten ihre bestimmtumgrenzte Gestaltung erhalten hat, liegt die ursprüngliche geistige Anlage des arischen Volks, die ihm mit den stammverwandten Völkern gemeinschaftlich war. Wir müssen seine Theilnahme am Besitze dieser höhern Ausstattung, in welcher alles Große, was es ausgeführt hat, wie im Keime wurzelt, als das höchste und wichtigste Geschenk der Natur, als eine besondere Begünstigung durch das Schicksal betrachten. Denn nur wenige Völker der Erde sind dieser höhern Befähigung selbständiger Bildung theilhaftig; von Völkern anderer Rasse sind es nur die Chinesen und Aegypter, von den kaukasischen nur die Semiten und Indogermanen. Die letzten sind aber ohne Zweifel die am höchsten begabten: beide haben sie außer sich selbst den meisten übrigen Völkern ihre Bildung zugeführt; sie übertreffen alle andern in der Entdeckung der nützlichen Künste, der Einrichtung des gesetzlichen Staats, der Vervollkommnung der gesellschaftlichen Zustände, in der Schöpfung und Ausbildung der Wissenschaften, in der Hervorbringung der herrlichsten Werke in jeder schönen Kunst. Sie stehen sich bei diesen Leistungen nicht gleich, und wir müssen unter den kaukasischen Völkern den Indogermanen entschieden die Palme zu erkennen. Wir halten dieses nicht für zufällig, sondern glauben, es entspringe aus der höhern und vollständigern Begabung der letztern."

Im Gegensatze zu dieser Annahme ist Th. Waitz durch seine umfassenden anthropologischen Untersuchungen zu dem Resultat gelangt: daß die geistige Begabung der verschiedenen Menschenstämme ursprünglich höchst wahrscheinlich gleich oder „nahezu gleich" (das hebt freilich die Gleichheit wieder auf; aut aut. Auch die Embryozustände von Thieren verschiedener Klassen sind „nahezu gleich" und doch von Anfang an „specifisch verschieden") gewesen ist, daß das frühere oder spätere

die Mannichfaltigkeit der einzelnen Erscheinungen im Leben der Völker und aus deren gegenseitigen Beziehungen wiederum die Einheit der Gesammtentwickelung der Menschheit emporwächst.

Heraustreten einzelner Völker aus dem Naturzustande im wesentlichen nur abhängig war von den natürlichen und socialen Verhältnissen, unter die sie sich gestellt fanden, und daß von diesen äußern Lebensbedingungen in ihrer mannichfaltigen Verkettung und tausendfachen Verschlingung ganz hauptsächlich die Größe und Schnelligkeit der Schritte bedingt worden ist, die sie in ihrer Culturentwickelung gemacht haben. Bestimmter erklärt er an einer andern Stelle: „Wir sehen uns zu der Ansicht hingeführt, daß es keine specifischen Unterschiede der Menschenrasse in Rücksicht ihres geistigen Lebens gibt.“

Später aber läßt er die Frage doch wieder unentschieden, indem er bemerkt: „daß, wenn auch die verschiedenen Culturzustände der Völker in weit höherm Maße von dem Wechsel ihrer gesammten Lebenslage und ihrer Schicksale, überhaupt von andern Momenten abhängen, als von ihrer ursprünglichen geistigen Begabung, damit doch nicht ausgeschlossen sei, daß auch die letztere vielleicht dazu mitwirke. Diese Annahme sei möglich, aber unerweislich“.

Sein Kritiker (in der Zeitschrift für Völkerpsychologie) meint hierzu: „jedenfalls sei doch die ursprünglich vollständige Gleichheit des Seelenwesens aller Menschen, also auch die ursprüngliche Gleichheit der Anlagen des Menschengeschlechts das Richtige“.

Wir wissen nicht, auf welche Gründe sich dieses „jedenfalls“ stützt; denn so umfassend und eingehend auch die Untersuchungen von Waitz sind, so scheinen sie uns doch die Frage selbst genau so unentschieden zu lassen, wie es seine obenangeführten Worte andeuten, die ebendeshalb auch gar nicht bestimmter lauten konnten.

Unserer Meinung nach läßt sich die Entscheidung dieser Frage, welche mit der nach der Verschiedenheit der Rassen und somit wiederum mit der Frage nach der Entstehung des Menschengeschlechts zusammenhängt, auch durch die umfassendste Erforschung alles Einzelnen allein nicht herbeiführen, wenn nicht zugleich auch die Beziehung zum Ganzen ins Auge gefaßt wird.

Dieses Ganze aber — das Menschengeschlecht — ist, wie die gesammte Thierwelt oder das gesammte Pflanzenreich, zwar für sich ein Ganzes; alle diese tellurischen Ganzen sind jedoch zugleich wieder Theile einer höhern Einheit, des Gesammtorganismus des Erdganzen, dem sie

Kaum daß wir angefangen haben eine solche Gesammtanschauung zu erstreben, und den Ursachen nachzuforschen, weshalb so viele Jahrhunderte hindurch der Forschritt der

eingegliedert sind', sodaß die endliche Lösung der obenangeregten Frage überhaupt nur von dem Standpunkt aus möglich scheint, auf welchen wir weiter unten näher eingehen werden, d. i. vom Standpunkt des Erdorganismus.

Von diesem aus wird man Niebuhr beitreten können, wenn er in Betreff jener ersten Entstehung des Menschengeschlechts sagt: „sie nur ein einziges mal eingetreten zu denken, nöthigt nichts: sie mag für die verschiedenen Menschenarten nach mehr oder weniger weit ausgedehnten Erdverwüstungen, im Lauf jener vielen Jahrtausende, die das Flußland von Aegypten, Babylonien, der Lombardei, Louisiana sich zu bilden gebrauchte, an weit entfernten Zeitpunkten geschehen sein."

Der neuen amerikanischen Schule (Agassiz) gilt diese Annahme von verschiedenen Schöpfungscentren beinahe für erwiesen. Auch Morton ist durch seine Untersuchungen zu dem Schlusse gelangt, daß das Menschengeschlecht seinen Ursprung in vielen Schöpfungen gehabt habe, und daß im Laufe der Zeit diese Rassen sich einander getroffen und untereinander vermischt, und so jene Zwischenglieder gegeben haben, welche jetzt die äußersten untereinander verbinden. Nach ihm ist also die Rasse (species) eine ursprüngliche organische Form, deren Ursprung im Anfange der jetzt bestehenden Ordnung der Dinge zu suchen ist.

Ist dem aber so, und wir werden im Verlaufe der Darstellung selbst die Thatsachen beibringen, welche hierfür zu sprechen scheinen, dann dürfte wol C. Ritter auf das Richtige hindeuten, wenn er z. B. in Betreff der Chinesen sagt: „Nicht aus der Menschenrasse, der Poligamie, der Religion, der Gesetzgebung, der Despotie, der Industrie der Chinesen u. s. w. läßt sich allein ihre Geschichte und ihr gegenwärtiger Zustand erklären: diese und alles andere, was eben da sich erzeugte, erhielt schon jenes eigenthümliche Gepräge zur Mitgift, dessen Grundursache wir eben nicht entziffern können."

Wo anders aber kann diese Grundursache liegen, als in dem Erdorganismus selbst, in der „herrschenden Idee", die ihn durchdringt, nach der er sich gestaltet, nach der er die ganze Mannichfaltigkeit dessen, was sein Gesammttypus erfordert, mit den für das Ganze nothwendigen besondern und eigenthümlichen Eigenschaften und Fähigkeiten aus sich heraus gegliedert hat? Sollte der Gesammtorganismus andern Gesetzen gehorchen, als seine Theile, die Einzelorganismen?

Und wenn nun, wie Waitz in der Anthropologie gewiß mit Recht

Civilisation fast nur auf die Stämme der sogenannten kaukasischen Rasse beschränkt geblieben, die mongolische (Ostasien, China) sich in völlig abgeschlossenen Culturkreisen bewegt hat, die schwarze (dem ersten Anschein nach, denn bei genauerer Betrachtung wird sich dies anders gestalten) durch die ganze historische Zeit, in so vielfache friedliche und

---

bemerkt, schon ein flüchtiger Blick auf die ungeheuern Verschiedenheiten der Völker und auf die mächtigen Einflüsse der verschiedenen Naturverhältnisse und Klimate, welche jene Unterschiede der äußern und innern Charaktere bei ihnen dauernd erhalten zu müssen scheinen, genügend ist, um zu erkennen, „wie wenig wahrscheinlich es ist, daß in irgendeiner Zukunft eine einförmige und gleichmäßig ausgeprägte Civilisation alle Völker der Erde umfassen werde", dürfen wir dann nicht schließen, daß gerade diese Verschiedenheit eine nothwendige Bedingung zur Erfüllung der Aufgabe des Gesammtorganismus ist? Und wenn sie es ist, dürfen wir dann nicht weiter folgern, daß, wie Ritter ahnend ausgesprochen hat: die verschiedenen Menschenstämme ihr eigenthümliches Gepräge zur Mitgift, also schon bei ihrem Entstehen empfangen haben, um die verschiedenen Functionen erfüllen zu können, welche ihnen als Glieder des Ganzen zu Theil geworden sind, oder wie Waitz in der obenangeführten Stelle sagt: „um auf die eine oder die andere Weise für die Zwecke des großen Ganzen mitzuwirken"?

Hiermit haben wir der spätern Erörterung nicht vorgreifen und bei Gelegenheit dieser Frage, die in der Alten Welt wegen des religiösen, und in der Neuen auch wegen des praktischen Interesse (Prosklaverei) zu so eifrigem Streite Veranlassung gegeben hat, nur vorläufig darauf hindeuten wollen, daß diese wie alle übrigen die Theile des Gesammtorganismus betreffenden Fragen ihrer Lösung nur näher zu führen sind, wenn die Ergebnisse der Einzelforschungen über die Theile vom Standpunkte des Gesammtorganismus in Erwägung gezogen werden.

Sowenig im thierischen Organismus ein einzelnes Glied, ein einzelnes Organ herausgerissen aus dem physiologischen Zusammenhang des Ganzen begriffen werden kann in der Wesenheit seiner Natur, sowenig auch die Glieder der Menschheit und diese selbst herausgerissen aus dem Gesammtorganismus des Erdganzen.

Naturae vero rerum vis atque majestas in omnibus momentis fide caret, si quis modo partes ejus, ac non totam complectatur animo.

(Plinius.)

feindliche Berührung sie auch mit den Culturvölkern gekommen ist, dennoch fast stationär geblieben; die rothe endlich, so lange sie getrennt von der übrigen Menschheit lebte, selbständige Anfänge der Cultur entwickelt hat, kaum aber in Berührung gekommen mit der Cultur der Alten Welt, nicht minder wie die Völker der Südsee dem Untergang entgegenzugehen scheint.

Freilich ist auch jetzt erst eine solche Gesammtanschauung möglich und somit auch geboten, da die Entfaltung der Weltgeschichte (im ge- oder misbräuchlichen Sinne des Worts), wie sie vorgeschritten ist von einer abgesonderten potamischen (in den Flußthälern Asiens und des Nil) zu einer mittelmeerischen (mit den Völkern des Mittelmeeres an der Spitze, denen sich dann die der Ost- und Nordsee anschließen), wie sie demnächst zur thalassischen geworden (denn für Nordamerika und Europa ist das „anscheinend immer enger werdende Thal des Atlantischen Oceans" recht eigentlich die Θαλασσα), jetzt erst im Begriff steht, zur oceanischen, zur allumfassenden zu werden, und jene insichgeschlossenen, uralten Culturkreise Ostasiens mit hineinzuziehen in ihre Strömung, und mit dieser nun auch alle jene andern Völker zu erfassen, welche so lange Zeiträume hindurch anscheinend ein besonderes Dasein geführt haben.

Damit wird dann auch für immer jene Anschauung beseitigt werden, welche „Weltgeschichte" nennt, was doch nur eine Ader (wenn auch die Aorta) ist, in der das Leben der Gesammtheit pulsirt, von deren Standpunkt aus die Venen nicht minder wichtig sind als die Arterien, da nur mit ihrer Hülfe der Kreislauf des Bluts *) zu Stande kommt.

*) Wie lange hat es doch gedauert, bevor dieser Kreislauf des Bluts im Menschenkörper entdeckt wurde! Schon der Alexandriner Erasistratus von Keos hatte in seiner Theorie des Athmens das gegen-

Eine derartige vollständige Gesammtanschauung aller Stämme der Menschheit in ihrer Wechselbeziehung ist jedoch auch jetzt noch nicht erreichbar, denn erst jetzt fangen wir an mehr und mehr Kenntniß der früher außerhalb der Geschichte stehenden Völker zu erlangen. Erst jetzt treten sie alle mehr und mehr in Beziehung zueinander; erst jetzt werden alle die Verhältnisse und Einflüsse, die wir oben als die Entwickelung bedingend bezeichnet haben, sowie deren Wirkungen thatsächlich ermittelt und festgestellt werden können, und aus dieser Erd- und „Völkerstatistik" kommenden Jahrhunderten möglich werden zuverlässigere Schlüsse abzuleiten, und somit tiefere Einblicke zu erlangen in den Gesammtorganismus der Menschheit und ihrer Geschichte.

Indessen ist dasjenige, was die historische Forschung über die bekannten fünf bis sechs Jahrtausende schon jetzt hat erkennen lassen, und was die Gesammtheit der Wissenschaften über Natur und Menschenleben erschlossen hat, bereits ein so unübersehbares Material, daß, um es zu bewältigen, um nicht erdrückt zu werden von seiner Ueberfülle, das

---

seitige Verhältniß des Bluts in den Venen und des von ihm sogenannten Luftgeistes in den Arterien so richtig aufgefaßt, daß nur noch ein Schritt zu thun war, um den Kreislauf des Bluts zu entdecken. Und zu diesem einen Schritte brauchte die Wissenschaft noch beinahe zweitausend Jahre; so wahr ist was Cuvier sagt: daß wir oft ganz nahe am Rande einer Entdeckung stehen, ohne sie auch nur zu ahnen. Erst im Jahre 1616—18 stellte Harvey die Versuche an, die ihn zur Entdeckung des Blutumlaufs führten; erst 1628 gab er seine „Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis" heraus.

Wie viel Jahrtausende werden noch vergehen müssen, bis daß für den Gesammtorganismus der Menschheit der Harvey erscheint, der auf Grund der obenangedeuteten Erd- und Völkerstatistik der Zukunft jenen andern Kreislauf nachweist, jene tausendfachen Wechselbeziehungen zwischen den Natur- und Culturvölkern, welche, dem Capillarsystem analog, diesen Kreislauf vermitteln, sowie die Systole und Diastole, die ihn ruhelos fördern und regeln?

Streben unserer Zeit schon längst dahin drängt, den Bahnen folgend, welche das voranleuchtende Gestirn der Dioskuren, welche Humboldt und Ritter der nächsten Zukunft gewiesen haben, dem rothen Faden nachzuspüren, der alles Wissen durchziehend, das Einzelne kettet an die Gesammtheit, damit es nicht auseinander flattere in der sonst unbezwingbaren Mannichfaltigkeit der Erscheinungen.

In diesem Sinne scheint es nicht vermessen, zu hoffen, daß schon der nächsten Zukunft mehr und mehr gelingen wird, was wir hier nur ahnend andeuten können: die Einsicht in den Gesammtorganismus der Menschheitsgeschichte; und dieser Erkenntniß nachstrebend zu versuchen, die Einzelerscheinungen und ihre Beziehungen zueinander zu Gesammtbildern zu vereinen, welche zum Verständniß des Ganzen nicht minder wesentlich sind, wie die in großartiger Weise bereits vorliegenden Einzelforschungen auf allen Gebieten der historischen Wissenschaft.

Doch das bloße Nebeneinanderstellen und Aneinanderreihen dessen, was diese über die verschiedenen Völker und Zeiten erschlossen haben, so verdienstlich es sein mag als Sammlung des thatsächlichen Materials, ist nichts weniger als eine Geschichte der Menschheit oder gar „Welt"geschichte, wie man es in misbräuchlicher Anwendung des Worts noch immer nennt, ist nichts als ein Conglomerat von Völkergeschichten, wenn nicht zugleich die Beziehung alles Einzelnen zum Ganzen, wenn nicht auch der innere, in den Erscheinungen sich offenbarende Gedankengang der Gesammtentwickelung erfaßt und dargelegt wird. *)

*) Schon Polybius hat hierauf hingewiesen, und zugleich die Idee des Gesammtorganismus der Menschheitsgeschichte angeregt, indem er, das Geschichtsganze mit dem Organismus des menschlichen Körpers vergleichend, in der Vorrede zu seinen Geschichtsbüchern bemerkt:

„Ueberhaupt meine ich, daß es denen, die aus Specialgeschichten das

Wie ein Querschnitt durch den Stamm eines Baumes dessen innern Bau bloßlegt und die Circulation der Säfte entdecken läßt, wie wir mit einem Blick auf diesen Querschnitt das Gewebe der Zellen und die Gefäßbündel, das Mark und die Markstrahlen, und die Ordnung der Jahresringe überschauen, so muß uns das jedesmalige Gesammtbild der Menschheit in den verschiedenen Jahrhunderten, wie ein Querschnitt durch den Baum der Menschengeschichte, deren innere Organisation vor Augen führen: die gegenseitigen Beziehungen und das Gesammtgewebe der Völker und Völkerkreise, das Mark und die Markstrahlen der Culturentwickelung und deren stetig wachsende Wellenringe, wie sie in immer größern Kreisen die Menschheit umfassen.

Hiermit soll der Beantwortung der Frage nach der Arteinheit oder Verschiedenheit der Menschenstämme in keiner Weise vorgegriffen werden. Auch für die zweite Alternative

---

Ganze so ziemlich zu übersehen hoffen, auf ähnliche Weise ergeht wie solchen, die die zerstreuten Glieder eines vorher lebendigen und schönen Körpers sahen und die Lebenskraft des Geschöpfs und seine Schönheit selbst geschaut zu haben wähnen. Denn wenn jemand einmal plötzlich diese Glieder zusammensetzte und das Geschöpf vollständig wiederherstellte nach der Gestalt und schönen Bildung, die es im Leben hatte und denselben Leuten alsdann noch einmal zeigte, so würden sie, glaube ich, alle übereinstimmen, daß sie vorher gar zu weit von der Wahrheit abgeirrt und Träumenden ähnlich gewesen wären: denn eine Vorstellung vom Ganzen aus den Theilen hernehmen, ist möglich; aber eine Wissenschaft und genaue Einsicht daher zu bekommen, unmöglich. Deshalb kann man sich überzeugt halten, daß die Specialgeschichte durchaus nur wenig zur wirklichen Kenntniß und zur treuen Darstellung der Gesammtgeschichte beiträgt; nur wenn man die Verknüpfung und das Nebeneinanderstehen, dazu die Aehnlichkeit und die Abweichung alles Einzelnen untereinander kennt, ist man im Stande, dahin zu gelangen und kann nach dieser Forschung zugleich den Nutzen und das Vergnügen aus der Geschichte gewinnen."

erscheint der obige Vergleich zutreffend, nur daß alsdann der Baum der Menschheit etwa den Pandaneen oder den Manglebäumen gleichen würde, deren Luftwurzeln ihnen das Ansehen geben, als wüchse der Hauptstamm erst in einiger Höhe über dem Erdboden aus mehreren einzelnen Stämmen zu einem Ganzen zusammen; ganz so wie die Stämme der Menschheit seit Entdeckung der zweiten Erdhälfte und seit Erschließung des Erdenrundes. Ein früherer Querschnitt durch die Luftwurzeln jenes Stammes würde dann anscheinend gesonderte Kreise darbieten. Wir wissen aber, daß sie nur Durchschnitte zusammengehöriger Wurzeln sind, aus denen später der Eine Stamm erwächst; können daher ihr gegenseitiges Verhältniß und ihre Beziehung zum Ganzen, durch ihre scheinbare Sonderung unbeirrt, von Anfang an ins Auge fassen und sie demgemäß an richtiger Stelle auf dem Querschnitt der Menschheitsgeschichte eintragen, sodaß auch aus solchen übereinander gelegten Durchschnitten, auf welchen anfänglich die verschiedenen Völkerkreise nicht selten ohne sichtbare Beziehung, ja oft selbst ohne Kenntniß voneinander getrennt dahin lebend erscheinen, schließlich dennoch der Eine Menschheitsbaum zusammenwächst.

Mit Hülfe aller Wissenschaften wird es möglich sein, ein solches Gesammtbild (wenn auch nur als Torso) schon für die früheste historische Zeit zu entwerfen. Schon ein solches erstes Bild, wenn auch noch so lückenhaft, muß so manche Nebel zerstreuen, so manche Binde fallen lassen, mit welcher die Menschheit so vielfach sich die Erkenntniß ihrer selbst verschlossen hat; vollends aber, wenn wir in jene Zeiten eintreten, wo diese Panoramen uns die Cultur- und Völkerkreise der Alten Welt schon zum größten Theil in der Tageshelle der Geschichte zeigen, in jene merkwürdigen Jahrhunderte um die Mitte des unserer Zeitrechnung vorangehenden Jahrtausend.

Zugleich die Mitte bildend der uns bekannten 50 bis 60 Jahrhunderte, sind gerade sie vor allem geeignet, um von ihnen aus rück- und vorblickend in großen Zügen einen Gesammtüberblick zu gewinnen über die Entwickelungsgeschichte der Menschheit, zumal gerade damals die historische Menschheit gewissermaßen abschloß mit der hinter ihr liegenden Zeit, gleichsam die Summe zog des bis dahin Erreichten, und hiermit zugleich wiederum den Grund legte zu neuen Entwickelungen, aus welchen die Gegenwart hervorgegangen ist wie aus dem Gestern das Heute, in denen die Culturentwickelung der Jetztzeit wurzelt, die unsers Westens nicht minder wie jene des äußersten Ostens, um nunmehr, so scheint es, einem neuen Abschluß nahend zur Grundlage zu werden für eine weitere Stufe der Entwickelung, für einen neuen Tag in dem noch jungen Leben der Menschheit.

Wenn aber dereinst viele solcher Tage des Menschheitslebens, in denen die Jahrhunderte „Stunden" sind, ausgebreitet liegen werden vor den Blicken kommender Geschlechter, in jenen Gesammtbildern, welche uns seine Entwickelung „Stunde für Stunde" verfolgen lassen, wenn sich so Bild an Bild reihen wird, von denen jedes einzelne das Völkergewebe der Menschheit mit mikroskopischer Genauigkeit und dennoch als Gesammtbild erkennen, den Zusammenhang des Ganzen ahnen läßt und doch nichts aufopfert von dem lebendigen Reichthum des Einzelnen, wenn jedes folgende aus dem vorhergehenden und wenn endlich aus allen der Baum der Menschheitsgeschichte emporwächst, dann wird es möglich sein, „aus der Gesammtheit der Erscheinungen das Gesetz der Entwickelung zu finden"; oder vielmehr es wird dann schon gefunden und dargestellt sein in jenen Bildern selbst.

Denn wenn sie anders die Wirklichkeit treu wiederspiegeln,

so müssen sie „der Vorhang des Parrhasius" sein. Wie dieser das Gemälde selbst, so muß die Geschichte zugleich „Philosophie der Geschichte" sein, muß sie diese in sich enthalten, wie in unerreichter Weise, wenn auch nur im kleinsten Rahmen, jenes großartige thucydideische Spiegelbild des Menschenlebens, welches „ein ewiges Besitzthum" für alle Zukunft sich bewahrheiten wird: ἕως ἂν ἡ ἀυτη, φύσις ἀνϑρώπων ᾖ (III. 82), so lange die menschliche Natur dieselbe bleibt.

Niemand hat dies naiver bestätigt als ein großer Denker unserer Tage, als Hegel, indem er in dem Werke, welches nach Gans Anspruch darauf macht, „den Logos der Geschichte darzustellen", dreierlei Arten derselben unterscheidet:

a. die ursprüngliche Geschichte,
b. die reflectirte Geschichte,
c. die philosophische Geschichte,

(für uns fällt a. und c. zusammen und damit b. selbstverständlich fort), und dann im tiefbegründeten Gefühl, „daß bei Thucydides die Geschichte selbst zu reden scheint", sein Werk zu den ursprünglichen rechnet. Ein zweiter Zeuxis ahnet er nicht, daß auch hier „der Vorhang das Gemälde ist", und daß aus den „sinnschweren Worten" dieser Geschichte die einzig wahre „Philosophie der Geschichte" spricht.

Wenn nach dem schönen Worte Karl Ritter's die Palme des Ruhms denjenigen Forschern als den Heroen der Historie zuerkannt ist, die, selbst ausgerüstet mit tiefgreifender Seelenkraft und großer Charakterstärke, aus der Verwickelung der einzelnen Begebenheiten, aus dem Gedankengange und der Geschichte des einzelnen Wesens oder des einen Volks, oder der Völkervereine, im Stande waren, die menschliche Natur von ihren bewußtlosen Tiefen bis zu ihren schwindelnden Höhen in ihren Thaten zu beleuchten und darzustellen, und durch ihre Nachweisung über den eigenthümlichen

Entwickelungsgang zur Erreichung der größten nationalen und sittlichen Höhe für alle Völker der Erde zu unsterblichen Lehrern zu werden, wem gebührt sie mehr als dem Sohne des Oloros?

Dem, der das Riesenbild des Gesammtlebens der Menschheit während der verflossenen Jahrtausende so treu und klar zu erfassen und darzustellen vermöchte, wie jener eine kurze aber gewaltige Zeit aus dem Leben eines kleinen und dennoch großen Volks; der uns zu zeigen vermöchte, wie und warum in dem Gesammtleben der Völker von den einen in dieser, von den andern in jener Weise mitgewirkt ist an der Aufgabe der ganzen Menschheit; warum in der Geschichte der einen (Culturvölker) bisher in immer größern Peripherien sich Culturkreis an Culturkreis gereiht, während mit jeder erreichten Stufe der Horizont zurückzuweichen, die Aufgabe zu wachsen schien; und warum in der Geschichte der andern (Naturvölker), wenn anders es gelingt, in ihrer Entwickelung eine Geschichte zu erschließen, so wenig von dem zu entdecken ist, was wir unter „intellectueller Entwickelung", was wir unter „Civilisation" verstehen; ob sie wirklich, wie man wol meint, nicht geschaffen, wie Semele, die Umarmungen des Zeus zu ertragen, den Berührungen der Cultur und ihrer Pandoramitgift erliegend, ihre Rolle ausgespielt haben, und zu verschwinden berufen sind im dahinrauschenden Strome der Geschichte; oder ob und was sie beigetragen haben zur großen Gesammtaufgabe der Menschheit; und ob und wie sie fähig sind, von den Wellen der Cultur erfaßt, ihre Eigenthümlichkeit bewahrend, durch Erfüllung ihres besondern Berufs wettkämpfend jenem Ziele mit entgegenzusteuern und die Zwecke des großen Ganzen als Glied desselben fördern zu helfen; und wie endlich durch das Ineinandergreifen aller in sich verschiedenen Glieder der Einen Menschheit jener großartige Organismus zu

Stande kommt, dessen bunte Mannichfaltigkeit, dessen reiche Verwickelung und dessen wundersame Entfaltung uns das Gesammtleben der Menschheit vor Augen führt. Wer uns dies zu zeigen, wer den Riesenbaum der Menschheitsgeschichte so gleichsam vor unsern Augen emporwachsen zu lassen und uns zugleich die innern treibenden Kräfte zu enthüllen vermöchte, welche das Ganze belebend durchdringen und gestaltend und bedingend eingreifen in die Mannichfaltigkeit des Einzelnen, ihm gebührte der Siegerkranz in diesem Ringen nach Erkenntniß, der Ruhm, gelöst zu haben die Aufgabe der Geschichte der Menschheit, wenn es überhaupt dem Einzelnen jemals vergönnt wäre, eine solche Aufgabe voll und ganz zu lösen, wenn dies überhaupt anders möglich wäre als mit der Lösung der Menschheitsaufgabe zugleich.

Wie aber dürften wir auch nur hoffen, diesem immer zurückweichenden Ziel unserm Berufe getreu näher und näher zu kommen, wenn wir die Geschichte der Menschheit mit dem allein enträthseln zu können wähnen, was uns die „Geschichte als solche" im engern Sinn des Worts aufbewahrt hat; wenn wir uns mit jenen Anfängen begnügen, die wir oben als die „historischen" bezeichnet haben; wenn wir nicht auch wagen, den im Eingange angeführten Worten Niebuhr's *) zum Trotz „die Kluft zu überschauen, welche

---

*) Diese Worte sind seiner „Römischen Geschichte" entnommen. Einem Manne wie Niebuhr war darum aber der untrennbare Zusammenhang der Erd- und Menschheitsgeschichte keinen Augenblick zweifelhaft. Wenn er dennoch von dem Versuche Abstand nahm, die Geschichte in solcher Verbindung zu erfassen, so hatte er seine Gründe hierfür.

„Die neuesten Entdeckungen in der Naturkunde", sagt er in den Vorträgen über Alte Geschichte, „könnten mich reizen, auf die Geschichte der Erde selbst und ihrer Beziehungen zum Menschengeschlecht zurückzugehen und sie mit der Geschichte des Menschengeschlechts zu verbinden, wie Schlosser es in seiner Alten Geschichte gethan hat. Aber das ist meiner Ansicht und Natur zuwider. Zur richtigen Behandlung der

die Ordnung, zu der wir und die Geschichte gehören, von einer frühern trennt"; wenn wir nicht streben, die Fäden wieder zu gewinnen, welche diese Ordnungen aneinander

---

Geschichte gehört, daß man alles Fremdartige ausscheidet; wir müssen daher die Geschichte des Substratums der menschlichen Existenz, der Erde und ihrer Bildung, von der Geschichte des Menschengeschlechts selbst trennen. Dieser Zweig der Geschichte, dessen Gebiet dort anhebt, wo physische Kunde und geschichtliche Kunde anfangen Hand in Hand zu gehen, die Geschichte der Erde und ihrer Beziehungen zum menschlichen Leben, ist eine eigene (?) Wissenschaft, eine Wissenschaft, die noch nicht genug in der Literatur bearbeitet worden ist, und deren Entwurf und Umriß selbst noch nicht so festgestellt sind, wie sie sein sollten. Dieser Lehre müssen wir es überlassen, die Geschichte der Veränderungen des Erdballs, die sich zugetragen haben seit Menschen ihn bewohnen, darzustellen, wie die Archive der Natur sie enthüllen; das Physische der Menschenrassen, die gesammte Geschichte der Veränderungen in dem physischen Zustande des Menschen, namentlich die Geschichte der Krankheiten zu entwickeln." Daß die letztern aber wiederum in so nahem Zusammenhang mit dem Leben des Erdganzen stehen, daß die säcularen Schwankungen der Magnetnadel den säcularen Constitutionen der Krankheiten entsprechen, wie dies neuerdings von Dr. Fuchs in der Schrift: „Die epidemischen Krankheiten in Europa in ihrem Zusammenhang mit den Erscheinungen des Erdmagnetismus den Vorgängen in der Atmosphäre und der Geschichte der Culturvölker" zu zeigen versucht worden ist, hat Niebuhr wol schwerlich geahnt. „Uns ist dieses fremd", fährt er fort, „und wir beschränken uns darauf, das Handeln, Leben und Leiden der Menschen als Menschen in der Geschichte darzustellen."

Von dem subjectiven Grunde, „daß es seiner Natur zuwider", abgesehen, war es also der damalige Zustand jener „eigenen Wissenschaft", die ihn von dem Versuche einer Verbindung der Erd- und Menschheitsgeschichte abhielt, d. h. der Zustand jener Zweige der Wissenschaft, die nach dieser Klassificirung zwischen Geschichte und Naturwissenschaft mitteninne stehen, deren Aufgabe es also wäre, die Lücke zwischen unserm naturwissenschaftlichen und historischen Wissen auszufüllen, und so die Verbindung dieser beiden Gebiete herzustellen.

Freilich sind nun diese Zweige der Wissenschaft auch jetzt noch bei weitem nicht so umfassend und eingehend bearbeitet worden, daß diese Lücke schon wirklich ausgefüllt wäre, wol aber genug, um wenigstens außer Zweifel zu stellen, daß alles, was noch Niebuhr als etwas

knüpfen, indem wir aufhören, die Menschheit für sich allein, als etwas Besonderes, nicht nothwendig zur Erde Gehöriges, sie wie Söhne des Paradieses zu betrachten, und ihre Geschichte über die Erde dahinschweben zu lassen, losgetrennt von allem, in dessen Mitte sie gestellt ist?

Frembartiges von der Geschichte ausschließen wollte, in der That ein wesentlicher Factor ihrer Entwickelung, und daß diese überhaupt nur zum vollen Verständniß zu bringen ist im Zusammenhang mit dem, was uns von allen Seiten umgibt und in unlösbarer Wechselbeziehung steht mit allem, was aus der Wesenheit der menschlichen Natur, aus unserer physiologischen und psychologischen Organisation, aus der untrennbaren Verbindung unsers physischen und geistigen Lebens hervorwachsend, uns als der eigentlich gestaltende Factor des geschichtlichen Lebens entgegentritt.

Ist dem aber so, dann dürfen wir auch diesen Zusammenhang nicht ferner willkürlich zerreißen, müssen ihm mehr und mehr nachspüren, ihn im einzelnen wie im ganzen mehr und mehr zu erkennen suchen, gleichviel ob dies „unserer Natur" oder hergebrachten Glaubensvorstellungen „zuwider ist" oder nicht.

5.

Die Menschheitsgeschichte ist nur ein Theil der Erdgeschichte.

Kann die Idee des ganzen Menschengeschlechts durchaus ohne den Erdball gar nicht gedacht werden, wie es schon K. Ritter fest und sicher ausgesprochen hat, so muß auch seine Geschichte ein ewiges Räthsel bleiben solange man das Menschenleben trennt vom Erdenleben, von allem, was die Geschichte der Erde zusammensetzt; solange man sein Verhältniß zu dieser immer noch kaum anders auffaßt wie einst das jener farbenglänzenden sagenhaften Paradiesvögel, von denen lange Zeit die Fabel galt, daß sie ohne Beine geboren würden, nie die Erde berührten, ihr ganzes Leben hindurch in der Luft schwebten, und als echte Kinder des Paradieses nur vom Thau des Himmels lebten; solange man in Betreff der Menschheit in ähnlichen Vorstellungen befangen, sich der Erkenntniß verschließt, daß sie nichts ist als ein Glied in der Kette der irdischen Erscheinungen, ein integrirender Theil des gesammten Erdenlebens, mit dem ihr Sein und Werden in untrennbarem Zusammenhang steht; solange man nicht erkennt, daß Erd- und Menschenleben eine unzertrennliche Einheit, ein höheres Ganze bilden: den „Organismus des Erdganzen“.

„Nur im großen Zusammenwirken ihrer Kräfte, nur im Zusammenhang aller ihrer Erscheinungen will die Natur betrachtet sein. Dann hellt sie alle Verhältnisse der Schöpfung, die wir belebte und unbelebte Natur zu nennen pflegen, auf, gibt über alles, worüber wir sie befragen, die ersten Aufschlüsse und vor allem auch über den Menschen. Nur aus dem Vereine der allgemeinen Gesetze aller Grund- und Haupttypen der unbelebten, wie der belebten Erdoberfläche kann die Harmonie der ganzen vollen Welt der Erscheinungen aufgefaßt" (K. Ritter), nur in dieser Harmonie die Geschichte der Menschheit begriffen werden.

Unserer Zeit war es vorbehalten, so zum klaren Bewußtsein zu bringen, was uns schon, wenn auch zum Theil noch als Ahnung, entgegenleuchtet aus den großen Mustern echter Geschichtschreibung: die Einheit von Natur und Menschenleben.

Wie schon bei dem Vater der Geschichte das geographische Element eine so hervorragende Stelle einnimmt, daß er mit Recht auch der Vater der Geographie genannt wird, wie er uns mit wunderbarer Treue der Auffassung die Naturumgebung schildert, in welcher die Geschichte der Völker sich entwickelt, wenn uns auch bei ihm noch bald klarer, bald verborgener eine hinter den Begebenheiten stehende geheimnißvolle Macht entgegentritt, welche sich in staunenerregenden Wirkungen in der Geschichte der Menschheit offenbart; wie dann Thucydides, was der gläubige Sinn des Herodot noch auf die allwaltende Gottheit zurückführt, die überall die Thaten der Menschen fördert oder vernichtet, wie Thucydides schon den Quell dieser in den Menschen selbst gefunden, zugleich aber auch erkannt hat, daß dieser Grund menschlichen Handelns, ihr Thun und Wollen im Zusammenhang steht mit den die ganze Natur durchdringenden Kräften, wie er schon hindeutet auf die innere Verbindung der

menschlichen Freiheit mit den Aeußerungen jener Naturkraft; wie dann in Herder's seelenvollem Werk jene Ahnung der großen Alten von dem innigen Zusammenhang alles Seins und Lebens mehr und mehr zum Bewußtsein wird, und der klarblickende Schlosser endlich mit dürren Worten ausspricht: „daß, wenn die Erde eine Geschichte habe, mit ihr auch die Entstehung der vegetabilischen und animalischen Schöpfung und deren Dauer, und somit auch die Geschichte des Menschen als Theil der letztern zusammenhängen müsse: so ist uns seit Humboldt's und Ritter's Tagen zur Gewißheit geworden, daß die Erde mit allen ihren Erscheinungen, die Menschheit mit inbegriffen, ein großartiges Ganze bildet, in dem nichts wahrhaft verstanden werden kann, wenn es nicht in Bezug auf dieses Ganze erfaßt wird.

„Mit jenem Bestreben des großen kosmischen Denkers, die Natur als ein durch innere Kräfte bewegtes und belebtes Ganze aufzufassen, verschwand (nach Ritter's preisendem Wort) die verwirrende Zufälligkeit des Daseins der Dinge und ihrer unseligen Vereinzelungen, und es trat ein vorher kaum geahnter Causalzusammenhang der Erscheinungen in allen Anfängen und Enden des großen Erdorganismus hervor, der alle Zweige der Wissenschaft und der Speculation zu einem höhern Selbstbewußtsein erhob."

Was bis dahin nur wie Wetterleuchten aufflammte in den großen Geistern früherer Zeiten: „die Erkenntniß des Gesammtorganismus von Erde und Menschheit", seitdem ist es zur helleuchtenden Sonne geworden, vor deren in das Dunkel der Erscheinungswelt dringenden Strahlen die lange gepflegten Träume symbolisirender Mythen allmählich zwar, doch unaufhaltsam erbleichen und verschwinden.

Im Lichte dieser Gesammtanschauung wird es möglich werden, das Verhältniß des Menschheitslebens zum Le-

ben *) des Erdganzen mehr und mehr zu erkennen. Von dem Wahne befreit, daß die Erde nur des Menschen wegen geschaffen, daß der Mensch von außen her auf die Erde gesetzt sei, wird die Menschheit sich als integrirenden Theil des höhern planetarischen Gesammtorganismus, als eines seiner wichtigsten und nothwendigsten Organe, aus dessen eigenstem Wesen herausgegliedert, begreifen lernen, und damit der Erahnung der Aufgabe näher kommen, welche sie in und mit ihm zu lösen berufen ist.

Nur wenn wir dieses letzte Ziel fest im Auge, mit der Gesammtanschauung, welche das Ineinandergreifen aller Wissenschaften heute möglich macht, herantreten an den Vorhang der Menschheitsgeschichte, wenn wir das Menschenleben als das Seelenleben der Erde oder doch als höchste Manifestation desselben zu erkennen suchen und der Wechselwirkung nachforschen zwischen Körper und Geist, um aus der „Physiologie" des „Körpers Erde" und aus der Psychologie der „Seele Menschheit" den Gesammtorganismus des Erdganzen und seine allmähliche Entwickelung zu verstehen, nur so wird es dereinst möglich werden, die von diesem Gesammtleben, von der Geschichte des Ganzen unzertrennliche Geschichte der Menschheit und ihre Beziehung zum Ganzen mehr und mehr zu erschließen.

---

*) Leben gab ihr die Fabel, die Schule hat sie entseelet,
Schaffendes Leben aufs neu' gibt die Vernunft ihr zurück.
(Schiller.)

In welchem Sinne wir dieses „Leben" auffassen, wird die Darstellung selbst ergeben, die wenigstens den Versuch machen will, so viel als möglich die Dinge selbst reden zu lassen. Deshalb schien es nicht am Orte, hier in der Einleitung näher auf dem Begriff des „Lebens", des „Organismus" u. s. w. einzugehen, vielmehr genügend, diese und andere Hauptfragen vorläufig nur angeregt und den Standpunkt angedeutet zu haben, von welchem aus einen Beitrag zu ihrer Lösung zu bringen Aufgabe der spätern Darstellung selbst bleiben muß.

Die gesammten Naturwissenschaften also müssen in ihrer Beziehung zur Geschichte der Menschheit und diese wiederum in ihrer untrennbaren Verbindung mit der gesammten Natur aufgefaßt werden, wenn es gelingen soll, ihre Aufgabe zu lösen. „Denn so viel ist entschieden", sagt Ritter, „die Geschichte steht nicht neben, sondern innerhalb der Natur." *)

Freilich ist es dies längst **), wie z. B. schon Forster

*) So selbstverständlich dieser Satz auch scheinen mag, und so oft er auch ausgesprochen worden ist (wie wir der folgenden Note wegen bemerken), so wenig sind doch bisher seine Consequenzen gezogen worden, die nicht nur auf die höchsten Fragen der Menschheit (Abstammung, Bestimmung u. s. w.) ganz neue Schlaglichter werfen, sondern auch umgestaltend einwirken müssen auf die religiösen Vorstellungen überhaupt. Das fühlen natürlich schon die ersten Verkünder neuer Wahrheiten. Daher das Bemühen, sie mit ihren religiösen Vorstellungen in Einklang zu bringen. Das anfängliche Umhüllen der Erkenntniß mit Glaubensvorstellungen.

Das Gesetz der Entwickelung ist jedoch unerbittlich.

Aus der Hülle jener Zuthaten schält es den Kern des Erkannten rein heraus; und was dann als nothwendige Folge oft erst Jahrhunderte später eintritt, die vollständige Umgestaltung der Glaubensmeinungen selbst, gerade jene Geistesheroen haben die erste Veranlassung dazu gegeben, welche im Erkennen ihrer Zeit voraneilend, unerschütterlich festhielten an deren Glauben. So Kopernicus, Kepler, Newton; so auch Ritter durch die große That seines Lebens, durch die wissenschaftliche Begründung der Erdkunde im Verhältniß zur Natur und Geschichte, die nicht wenig dazu beigetragen hat, mehr und mehr zum Bewußtsein zu bringen, was der Menschheit schon längst als Ahnung aufleuchtete: die Erkenntniß des Erdorganismus und seiner organischen Entwickelung; eine Erkenntniß, deren volle Tragweite erst klar werden wird, wenn alle ihre Consequenzen gezogen sind; die Aufgabe der nächsten Zukunft.

**) Buckle sagt daher nichts Neues, wenn er in seiner epochemachenden „Geschichte der Civilisation in England" bemerkt: „Wir dürfen nicht den Schluß ziehen, daß die Naturwissenschaften, weil sie bisjetzt noch nicht (?) auf die Geschichte angewendet worden, ebendarum keine Anwendung darauf zuließen. Ja", fährt er fort, wie wenn es sich um eine ganz neue Entdeckung handelte, „wenn wir die unaufhörliche Be-

ein für allemal das Gebiet der Geschichte in den Bereich der Naturwissenschaften gezogen hatte. „Die Geschichte der Erzeugnisse des Erdbodens", heißt es in seiner Schrift über den Brotbaum, „ist tief und innig in die Schicksale der

rührung des Menschen mit der Außenwelt bedenken, so wird es uns zur Gewißheit, daß eine innige Verbindung zwischen den Handlungen der Menschen und den Gesetzen der Natur stattfinden muß; und wenn man daher die Naturwissenschaft bisjetzt noch ohne Einfluß auf die Geschichte gelassen hat, so ist der Grund davon, daß entweder die Historiker den Zusammenhang nicht bemerkt haben, oder wenn sie ihn bemerkt haben, daß es ihnen an der nöthigen Kenntniß gefehlt, um seinen Einfluß nachzuweisen. Dadurch ist eine unnatürliche Trennung dieser zwei großen Wissenszweige entstanden: die Trennung des Studiums der Innenwelt von dem der Außenwelt; und obgleich in dem jetzigen Stande der europäischen Literatur unverkennbare Anzeichen vorhanden sind, daß man diese künstliche Scheidewand niederzubrechen wünscht, so muß man doch zugeben, daß bisjetzt für diesen großen Zweck noch nichts Wesentliches geschehen ist."

Wir meinen, das heißt der deutschen Wissenschaft unrecht thun. Diese hat in der That jene Schranken schon längst durchbrochen, und Philosophie und Erfahrungswissenschaften streben vereint bereits Zielen nach, welche die Anerkennung vollständig rechtfertigen, die Buckle an einer andern Stelle der deutschen Wissenschaft zollt, „daß sie, von dem Einfluß des gewöhnlichen Vorurtheils abgeschnitten, eine Kühnheit der Untersuchung, eine Rücksichtslosigkeit in der Verfolgung der Wahrheit, und eine Verachtung überlieferter Meinungen entwickelt hat, welche ihr einen Anspruch auf den höchsten Ruhm geben."

Es würde uns hiernach wunder nehmen müssen, daß Buckle in seiner Einleitung gerade von dem so wenig Notiz nimmt, was die deutsche Wissenschaft in Bezug auf den untrennbaren Zusammenhang von Natur und Geschichte bereits enthüllt hat; wird doch weder dem Kosmos noch Ritter's Erdkunde im Verhältniß zur Natur und Geschichte des Menschen, die sich selbst mit Recht die sichere Grundlage des Studiums in physikalischen und historischen Wissenschaften nennt, nur geringe Beachtung zu Theil, es würde uns dies in der That wunder nehmen, wenn uns nicht der folgende Satz sofort den Grund erkennen ließe, in dem er der deutschen Literatur Mangel an praktischer Einsicht und Gleichgültigkeit gegen materielle und physische Interessen vorwirft. Die Verschiedenheit deutschen und englischen Geistes also ist es, welche

Menschen und in den ganzen Umfang ihrer Empfindungen, Gedanken und Handlungen verwebt. Das Reich der Natur grenzt mit dem Bezirk einer jeden Wissenschaft." Das fühlte

---

jene Nichtberücksichtigung verschuldet. Dem praktischen, auf das Concrete gerichteten Sinn des Engländers sagt die abstract-universale Auffassung deutscher Denker nicht zu. Er stellt sich praktischere und mehr erreichbare Ziele. Wie sein Vaterland die Erzeugnisse aller Länder nach seinem Albion bringt, um sie für sich nutzbar zu machen, so will er sich nun auch die Entwickelungsgesetze aus den Entwickelungen der verschiedenen Völker holen, um sie für die Geschichte der Civilisation in England zu verwerthen, die, wie er sagt, für den Geschichtsphilosophen werthvoller ist als irgendeine andere. Demgemäß geht er daran, von dem bittern Scherzworte Immermann's eine praktische Anwendung zu machen. „Jedes Land", sagt dieser im Münchhausen, „hat seine eigenthümlichen Producte, die man nirgend anders so gut bekommt. Spanien hat seine Weine, Italien den Gesang, England die Constitution, Rußland den festesten Juchten, Frankreich die Revolution, und in Deutschland gerathen die Bedienten am besten." (Beiläufig bemerkt ist das Letzte glücklicherweise jetzt so wenig zutreffend wie die Bemerkungen Buckle's über den Zustand des deutschen Volks S. 204 und 205.)

Diesem Immermann'schen Motto gemäß hat nun Buckle „die Geschichte der verschiedenen Völker hinsichtlich der intellectuellen Besonderheiten" untersucht und will so die Entwickelungsgesetze aus den verschiedenartigen Entwickelungen ableiten, um sie auf die Geschichte Englands anzuwenden; so z. B. die Gesetze „der Anhäufung des Wissens" aus der deutschen Geschichte, die „der Ausbreitung der Civilisation" aus der amerikanischen; die Gesetze der Reaction gegen den Geist der Protection (d. h. die der Revolution) aus der französischen, bei welcher Gelegenheit er zugleich die Gesetze des internationalen Denkens abziehen will, da die Franzosen die Materialien zu jener Reaction aus England bezogen hätten; für die Gesetze geistlicher (hierarchischer) Entwickelung endlich soll die Geschichte Spaniens den Schlüssel liefern, und aus der schottischen im Gegensatz zu der englischen der verschiedenartige Einfluß der deductiven und inductiven Methode der Untersuchung dargethan werden.

So „praktisch" nun solches Verfahren auch scheinen mag und so überaus werthvolle, echt historischen Blick bekundende Bemerkungen wir ihm auch verdanken, so wird sich doch auf diesem Wege schwerlich zum Ziele, d. h. zur Erkenntniß des Grundgesetzes der Entwickelung kommen

Baco schon, wenn er in seinem „Novum Organon" sagt: „Die Naturwissenschaft ist die Mutter aller Wissenschaften. Möge niemand erwarten, daß diese beträchtlich weiter kommen, bevor

---

lassen. Die Bedenken, welche sich Buckle selbst aufgeworfen hat, scheinen uns nicht nur nicht widerlegt, sondern überhaupt unwiderlegbar. Er hebt nämlich selbst hervor: „Je mehr wir unsere Beobachtungen einschränken, desto größer wird durchschnittlich ihre Ungewißheit, mit andern Worten, desto größer wird die Möglichkeit, daß die Wirksamkeit der umfassendern Gesetze durch die Wirksamkeit der untergeordnetern gestört werde." Wenn er nun ferner sagt: „Könnten wir ein civilisirtes Volk finden, das seine Civilisation ganz allein ausgebildet, das sich allem fremden Einfluß entzogen hätte", und darauf antwortet: „ein solches Volk zu finden ist offenbar unmöglich", so ergibt sich hieraus die Unhaltbarkeit seiner Methode von selbst.

Alle Entwickelung steht miteinander im Zusammenhang. Nur im Gesammtzusammenhang kann alles Einzelne richtig verstanden werden. Bevor wir daher daran denken können, die Gesetze der Entwickelung abzuziehen, müssen wir eine solche Gesammtanschauung zu erstreben suchen, zumal, wie Buckle treffend bemerkt, „die Geschichte des Menschengeschlechts wol in ihren gesonderten Theilen mit bedeutendem Talent untersucht worden, daß aber kaum irgendwer es unternommen hat, sie zu einem Ganzen zusammenzufügen und ausfindig zu machen, wie sie miteinander verbunden sind".

Mag dies auch die Aufgabe vieler Generationen sein, so scheint uns doch damit angefangen werden zu müssen, bevor wir, auf eine solche Gesammtanschauung gestützt, „uns dazu erheben können, die Gesetze zu entdecken, unter deren Herrschaft die Thatsachen stehen". Soweit aussehend dieses Ziel auch ist, die deutsche Wissenschaft drängt schon längst in allen Gebieten des Wissens darauf hin, und wenn wir das, was Buckle am Schlusse des ersten Bandes ausspricht, mit dem zusammenhalten, was K. Ritter schon vor funfzig Jahren zu hoffen wagte, so tritt uns lebendig vor Augen, um wie vieles umfassender und doch schon längst angestrebt die Aufgabe ist, welche sich die deutsche Wissenschaft gestellt hat. Buckle sagt: „Ich bin aufs tiefste überzeugt, daß die Zeit rasch herankommt, wo die Geschichte des Menschen auf einen richtigen Fuß gestellt, wo ihr Studium als das schönste und schwierigste von allen anerkannt werden wird, und wo man zu der deutlichen Einsicht gelangt, daß zu seinem erfolgreichen Betriebe ein weitsehender um-

die Physik in die einzelnen Wissenschaften eingedrungen ist, und diese wiederum auf die Physik zurückgeführt sind. Darum sind die meisten, und selbst die Moral, Politik und Logik so flach, unsicher und schwankend geworden, weil sie als selbständige und besondere Wissenschaften, wozu man sie gemacht hat, nicht mehr von der Naturphilosophie ernährt werden. Aber es ist kein Wunder, wenn die Wissenschaften nicht wachsen, sobald sie ihren Wurzeln entrissen sind."

Die Geschichte der Menschheit nun wurzelt in der Geschichte der Erde. „Wer mag es verkennen", fragt Ritter, „daß die Landesnaturen in Individualitäten hervortreten, die nur hier sich beisammen fanden, die überall auf das Geschehene gestaltend einwirkten, dessen Reflex in Ueberlieferung, Geschichte, Staaten und Volksleben, in Volksglauben, Volkslehre hervortreten mußte? Und wenn unser Planet nicht als eine blos todtabgerundete, oder als bloßes Aggregat geballte Masse das Sonnensystem umkreist, sondern als ein in sich bestehender Organismus *), so mußte auch von

---

fassender Geist, mit dem höchsten menschlichen Wissen ausgestattet, erforderlich sei."

K. Ritter sagte schon 1818: „Vielleicht rückt einst die Zeit heran, in welcher gleichstarke Naturen, indem sie mit ihrem Scharfblick zugleich die natürliche wie die sittliche Welt umspannten, aus der Totalität der welthistorischen Begebenheiten vorwärts und rückwärts blickend, im Stande wären, aus diesem allgemein Gegebenen den selbst zu setzenden, nothwendigen Entwickelungsgang jedes einzelnen Volks auf der bestimmten Erdstelle vorherzuweisen, welcher genommen werden müßte, um die Wohlfahrt zu erreichen, die jedem treuen Volke von dem ewig gerechten Schicksal zugetheilt ist."

Soll dies überhaupt je möglich werden, so müssen wir zunächst die Gesammtanschauung dieses allgemein Gegebenen erstreben; und das ist der Punkt, in welchem deutsche und englische Auffassung auseinander gehen.

*) „Kann es eine Wissenschaft noch verantworten", fragt Ritter, „wenn sie den Erdorganismus übersehend den Planeten noch zu den

Anfang an ein tieferer Zusammenhang stattfinden; wie zwischen Leib und Seele, so auch in beiden zwischen Natur und Geschichte, Heimat und Volk, Physik und Ethik." Und so ist es.

---

anorganischen Körpern rechnet, dessen außer der planetarischen Spannung abgelösten, leblosen Theilen, und ihn, das Ganze, diesen seinen Zersetzungen gleichstellt? Wenn sie in ihm nur die geballte Masse eines noch ungeregelten, in seinen elementaren Theilen festgerannten, erstarrten, sogenannten unorganischen Körpers zu erblicken wähnt, der in sich abgerundet, schon fertig von der Drehbank der Welten in das Universum geschleudert, durch die große rotirende Wurfbewegung nun seinem eigenen Schicksale für alle Zukunft überlassen geblieben? Sollte ihm allein die «fortbildende Kraft einer innern Organisation» versagt worden sein, welche doch für alle «seine Geschöpfe» auf ihm eine so charakteristische Mitgift geworden?"

So erklärlich auch der aus diesen Worten des großen Begründers der neuern Erdkunde sprechende Unmuth darüber ist, daß seine schon seit einem Menschenalter immer und immer wieder ausgesprochene Erkenntniß des Erdorganismus noch so wenig in die Fachwissenschaften eingedrungen ist, wie uns dies namentlich gerade bei derjenigen nur zu auffallend entgegentreten wird, welche sich speciell mit der Geschichte der Erde beschäftigt (das „geologische Bild" wird die Belege bringen), so natürlich ist doch diese Erscheinung.

Denn eine völlig veränderte Ansicht der Dinge interessirt, wie Benzenberg treffend bemerkt, anfangs immer nur wenige Köpfe, bis späterhin die Menge sich von der Menge gebieten läßt. Dies ist der Gang jeder neuen Lehre, die bestimmt ist, weit und dauernd auf die Menschheit zu wirken. Eine völlige Verborgenheit vor den Augen der Welt, vor denen sie offen daliegt, macht ihre erste Periode aus. In der zweiten bekommt sie Feinde, die sie anfangs mit Gründen und später mit Gewalt zu widerlegen suchen. In der dritten ist sie siegend, und hat unter der Menge blindere Anhänger als in der vorigen Gegner.

Irren wir uns nicht, so ist jene Wahrheit noch nicht über ihre erste Periode hinaus. Die zweite wird beginnen, sobald die Consequenzen derselben mehr als bisher gezogen werden. Da nun die volle Wahrheit nicht aus den Händen des Individuums, sondern der Zeit hervorgeht, da auch die reichste Goldstufe taubes Gestein an sich hat, welches die

Wie im menschlichen Organismus sich das Seelenleben zugleich mit diesem allmählich entwickelt, ganz so hat sich auch im Organismus des Erdganzen das Menschheitsleben und seine allmähliche intellectuelle Entwickelung *) entfaltet, ganz

---

Zeit langsam herunterschlägt, dürfte schon in der nächsten Zukunft die zweite Periode jener großen Wahrheit bevorstehen. Aus dem Kampfe der Meinungen wird sie dann rein und geläutert in ihre dritte, in die Periode der allgemeinen Anerkennung, übergehen.

Zunächst aber müssen wir klar darüber werden, daß das Erdganze kein caput mortuum sein kann, daß es ein eigenlebiger Organismus sein muß.

Dies durch die Darstellung selbst mehr und mehr zur Anschauung zu bringen wird die nächste Aufgabe sein. Die Consequenzen werden sich dann von selbst ergeben.

*) Weil wir in diesem Sinne die Menschheit als Ganzes im Auge haben, fassen wir die Entwickelung auch als eine innerliche, als einen Fortschritt des Denkvermögens auf, im Gegensatz zu Buckle, der S. 151 erklärt: „Was auch der sittliche und intellectuelle Fortschritt sein mag, es ergibt sich, daß er kein Fortschritt in natürlicher Fähigkeit sein kann. Er ist nicht ein Fortschritt innerlicher Kräfte, sondern äußerlicher Vorzüge oder Vortheile."

Was er kurz vorher sagt, scheint die Berechtigung zu einer so bestimmten Behauptung auszuschließen. „Wie der Ausdruck gewöhnlich gebraucht wird", heißt es dort, „gibt er die Vorstellung, das sittliche und intellectuelle Vermögen der Menschen sei bei vorgerückter Civilisation von Natur schärfer und zuverlässiger als sie vor diesem waren. Aber obgleich dies wol der Fall sein mag, so ist es doch nie bewiesen worden." Auf dem von Buckle eingeschlagenen Wege dürfte dieser Beweis auch so leicht nicht gelingen. Nicht darauf kommt es an, „ob ein Kind, das in einem civilisirten Lande geboren wurde, als solches das Kind eines Barbaren übertreffe oder nicht", sondern ob das Denkvermögen eines Kindes während seiner Entwickelung zum Manne dasselbe bleibt oder einen Fortschritt innerer Kraft erkennen läßt; mit andern Worten: ob die Menschheit als Ganzes, nicht aber, ob alle einzelnen Menschen in solcher Weise fortgeschritten sind. Nicht also aus physiologischen Merkmalen an den einzelnen Menschen, sondern aus den Thatsachen, welche uns die Gesammtgeschichte der Menschheit im Verlaufe ihrer Entwickelung darbietet, ist die Entscheidung herzunehmen; und daß

so ist seine Geschichte, ein untrennbarer Theil der Entwickelungsgeschichte des Gesammtorganismus, nur in Verbindung mit dieser zugleich zum vollen Verständniß zu bringen.

In diesem alles umfassenden Sinne würde die Definition, welche schon Kant von der „eigentlichen Historie" gab: daß sie eine „continuirliche Geographie" sei, sich auch auf die Geschichte der Menschheit anwenden lassen, wenn anders es uns vergönnt wäre, die großartige Auffassung K. Ritter's, nach welcher die Geographie die Wissenschaft des irdisch er=

---

diese für unsere Auffassung spricht, darauf werden wir bei den betreffenden Erscheinungen hindeuten.

Wenn der abstracte Universalismus deutschen Geistes und der praktische Sinn des englischen sich gegenseitig durchdringen werden, dann wird beispielsweise einer jener Fortschritte innerlicher Kraft eintreten, die Buckle in Abrede stellt.

Die Verschiedenheit der Auffassungen hat gerade hierin ihren Grund. Der Engländer faßt vorzugsweise die „concreten" Menschen ins Auge, während deutschem Denken das Abstractum „Menschheit" näher liegt. In diesem Sinn erklärt z. B. G. Klemm in der Culturgeschichte:

„Ich betrachte die Menschheit als ein Individuum, dessen Körper ebenso geheimnißvolle Uranfänge hat, wie der des einzelnen Menschen, der ebenso wie dieser seine Kindheit, seine Jugend, sein männliches Alter hat, der da wächst und zunimmt und Träger geistiger Neigungen, geistiger Keime und Kräfte ist, welche zur Entwickelung, zur Blüte und Frucht bestimmt sind; der aber alternd sich immer wieder erneuen wird, bis die Absicht erfüllt und erreicht ist, welche die höchste Macht bei dessen Erschaffung hatte.

„Es ist die objective Ansicht der Menschheit auf den verschiedenen allmählich aufeinander folgenden Stufen der Entwickelung, oder ihres Lebens, soweit wir dasselbe vor= und rückwärts zu verfolgen im Stande sind."

Von diesem Standpunkt aus, auf den auch wir uns stellen, kann der innerliche Fortschritt nicht einen Augenblick zweifelhaft sein; wie denn auch der „Kosmos" darauf hinweist, „daß es die Ausbildung und Erstarkung des Denkvermögens ist, was der intellectuellen Sphäre der Menschheit einen Theil ihrer erhabenen Größe verleiht".

füllten Raums ist, in vollem Umfang zur Wahrheit werden zu lassen.

Die Geschichte der Menschheit wäre alsdann die Wissenschaft des irdisch erfüllten Raums im Fluß der Zeit. *)

---

*) Die Begriffsbestimmungen der Geschichte sind zahllos. Einige der wichtigern und minder bekannten neuern hat Held in den „Grundanschauungen über Staat und Gesellschaft" zusammengestellt. Müller sagt: „Die Wissenschaft, d. h. die Erforschung der natürlichen Ursachen der Erscheinungen, äußert sich bei Culturvölkern, d. h. bei Völkern mit historischem Bewußtsein, zuerst in Beziehung auf den Menschen; sie ist zuerst Geschichte, wenn auch mit Mythen und Sagen verwoben und daher zuerst dichterisch behandelt."

Vollgraff erkennt in der Chronik und Geschichte eines Volks nichts als „die Erzählung und kritische Beurtheilung seiner moralischen Cultur- und Civilisationsmetamorphosen". Rougemont äußert sich so: „L'individualité et la liberté produisent les actions, dont la somme constitue avec les événements providentiels, l'histoire de chaque peuple, l'histoire de l'humanité." Gfrörer (Urgeschichte): „Die Geschichte beruht auf der nüchternen Betrachtung des natürlichen Zusammenhanges der Dinge." Laurent: „L'histoire est la manifestation de l'humanité dans le temps et dans l'espace." Pott: „Die Geschichte hat die Aufgabe, die Schicksale des Menschen in allen seinen Beziehungen und von hervorragenden Einzelmenschen durch die mehr oder minder großen Vergesellschaftungen hindurch bis zur allumfassenden Menschheit zu erforschen und darzustellen; das die Bewegung leitende Element ist der freie Wille." Volney nennt die Geschichte „la science physiologique des gouvernements" und die die Geschichte bildenden Thatsachen einen „cours d'expériences involontaires que le genre humain subit lui-même". Montalambert (de l'Avenir) sieht in der Geschichte nichts „qu'un long recueil de triomphes de la violence d'un mensonge, de l'ingratitude et de l'égoïsme". Guizot (Mémoires) sagt: „L'histoire, c'est la nation, c'est la patrie à travers les siècles." Nach Bunsen, „Gott in der Geschichte", ist die Weltgeschichte überhaupt, insofern sie Frucht bringt, insofern sie schafft, erhält und fördert, das harmonische Spiel zweier Pole, des persönlichen Lebens und der Gesammtheit, in welcher und für welche zu leben des einzelnen Beruf ist.

Darin sind alle einig, daß die Geschichte es nur mit dem Menschen, und zwar mit dem Menschen in der Gesellschaft zu thun habe. Indeß

Damit scheint alles erschöpft. Der ganze Kreis der Wissenschaften von der Geschichte der Erde bis hin zur Entwickelungsgeschichte des menschlichen Geistes, den beiden Polen des Organismus Erde und Menschheit, von den exacten Wissenschaften an bis zu dem geistigen Princip,

---

bemerkt doch Held weiterhin mit Recht: „Niemals darf die Geschichte vergessen, daß der Mensch nicht allein unter den freien Gesetzen der Geister, sondern, weil er zugleich Sinnenwesen ist, auch unter Naturgesetzen stehe. Sich von diesen letztern möglichst frei zu machen, oder, was dasselbe, das physische Leben immer mehr zu vergeistigen, ist allerdings eine Aufgabe des Menschen, die jedoch nie mit Erfolg zu lösen versucht wird, ohne daß der Geist zugleich ein immer reicheres irdisches Dasein schafft."

Eben diese Erwägungen hatten uns zu der obenangedeuteten erweiterten Auffassung des Begriffs der Menschheitsgeschichte geführt, nach welchem sie unzertrennlich ist von der Gesammtheit der Erscheinungswelt, der Hauptstrom, in welchen alle Ströme der Wissenschaft münden und zusammenfließen.

Irren wir nicht, so ist das Resultat, zu welchem Held gelangt, ein ähnliches.

„Die Geschichte eines Volks", sagt er, „ist uns die Summe seiner ganzen Entwickelung nach den im Raum und in der Zeit hervortretenden Ereignissen und Thatsachen in ihrem Causalnexus.

„Erkennt man", fährt er dann im Hinblick auf die Geschichte der Menschheit fort, „die Harmonie des gesammten irdischen Daseins nach allen seinen Hauptrichtungen für das höchste Ziel der irdischen Entwickelungen sowol des Einzel- als auch jedes Gesammtindividuums an, so kann man die Geschichte auch wol die Summe der Bestrebungen der Einzel- und Gesammtindividuen in ihrer Wechselwirkung und in ihrem Causalnexus nach fortgesetzter Herstellung der idealen Harmonie, soweit sie durch die Erscheinungen des Raums und der Zeit und in denselben hervortreten, nennen. Hieraus ergibt sich auch, was die Geschichte der Menschheit sein müsse, wenn man überhaupt eine solche für zulässig hält.

Daß und warum wir unsererseits eine solche nicht blos für zulässig, sondern auch ihre Erstrebung für nothwendig halten, und wie wir uns das Ideal der Menschheitsgeschichte denken, haben wir oben auszuführen gesucht.

welches sie alle durchdringt, zur Philosophie, scheint hineingezogen in die Geschichte der Menschheit, zu Hülfswissenschaften derselben geworden.

Nur Eine noch fehlt, die erhabenste von allen, die Königin der Wissenschaften, die Astronomie, welche erst Licht und Zusammenhang bringt in die Welt der Erscheinungen.

6.

Die Erdgeschichte ist nur ein Theil der Weltgeschichte.

Denn dieser „irdisch erfüllte Raum“, dieses gesammte Erdenleben ist ja weder durch, noch für sich selbst allein, ist wiederum nur ein Theil, nur ein Organ des höhern solaren und mit diesem des kosmischen Organismus. Mit unsichtbaren Banden gefesselt an den Mutterschos der Sonne, von der sie Licht, Wärme, Leben und Gedeihen empfängt, eingefügt in den Organismus des Planetensystems, verschlungen in den großen Reigentanz der Welten, ist die Erde selbst nur ein Stern unter Sternen.

Hinaus also über die Enge des Erdenraums in die Tiefen der Himmelsräume muß der Blick sich senken, eine Ahnung vom Alleben des Weltorganismus muß er zu gewinnen suchen, aus und in welchem Erde und Menschheit ihr Dasein haben, soll es möglich werden, die Aufgabe zu erahnen, welche ihnen in und mit diesem zu Theil geworden ist.

Nur als Theil der Weltgeschichte wird die Erdgeschichte, nur als Theil der Erdgeschichte wird die Geschichte der Menschheit dereinst vollständig zu enträthseln sein.

„Denn ist die ganze Sinnenwelt nur ein einziger Orga-

nismus, ist das Kleinste in ihr das was es ist nur dadurch, daß es mit dem Größten in Wechselwirkung steht, und hat auch das Größte sein Dasein nur durch das Kleinste, so ist es ein eitles Beginnen, auch nur über ein Atom etwas bestimmen zu wollen, ohne auf das Universum Rücksicht zu nehmen.“ (Treviranus.)

Und das Menschenleben sollte verständlich sein, abgerissen von der Wurzel, von jenem Alleben, in dem sich alles Einzelne zu einem lebensvollen Gesammtorganismus zusammengliedert?

Hiermit sind wir zu Regionen gelangt, in denen uns mit der mütterlichen Erde der feste Boden unter den Füßen schwindet.

Kaum daß wir erkannt haben, daß die Erde selbst ein großartiger Organismus ist, kaum daß wir angefangen haben, eine Vorstellung zu gewinnen vom Gesammtorganismus des Erdganzen, dem wir eingegliedert sind, geschweige denn, daß wir schon daran denken könnten, die Aufgabe zu errathen, welche dieser wiederum als Glied eines höhern, des solaren Organismus, im kosmischen Leben zu lösen hat. Und dennoch liegt in der Lösung dieser Räthsel die endliche Antwort auf alle großen Fragen der Menschheit. Denn haben wir einmal erkannt, daß alles Einzelleben für sich nichts Vollständiges, daß es immer nur wieder ein Glied eines höhern Organismus ist, daß das gesammte Pflanzen- und Thierreich wie die Menschheit selbst mit dem ganzen Wechselspiel der Naturkräfte, in welches sie verflochten, nur Theile und Glieder, nur Functionen des Erdorganismus sind, und dieser wiederum in ähnlicher Weise sich einreiht dem Organismus des Sonnen- und Weltsystems, so kann die vollständige Bedeutung des Einzelnen auch erst wahrhaft erfaßt werden, wenn es gelungen sein wird, eine Vor-

stellung *) des höhern Ganzen zu gewinnen, zu welchem alles Einzelleben durch sein Werden, Sein und Vergehen seinen Beitrag liefert. Beide, die Anschauung und Vorstellung vom Ganzen und die Erkenntniß des Einzelnen stehen in Wechselbeziehung, müssen die eine aus der andern hervorgehen. Erst mit der Erkenntniß alles Einzelnen wird daher ein richtige Vorstellung vom Ganzen möglich werden.

Soll sich uns nun zunächst wenigstens der Gesammt-

---

*) Denn mit dem Worte Organismus ist es nicht gethan; bestätigt es doch immer nur wieder den alten Satz des Protagoras, „daß der Mensch das Maß aller Dinge", indem wir nach uns selbst bezeichnen und bemessen, was höherer Art ist.

Oerstedt sucht eine Vorstellung von ihm zu gewinnen, indem er das ganze Dasein als ein in sich gegliedertes Reich der Vernunft auffaßt. „Alle Gegenstände sind verwirklichte Ideen, doch so, daß jeder einzelne die Idee nur in einer höchst beschränkten Gestalt ausdrückt; wogegen es sämmtliche unter Eine Idee gehörige Naturproducte sind, welche die ganze Idee in aller ihrer Fülle verwirklichen; aber jede in der endlichen Welt so verwirklichte Idee ist doch wieder nur ein Glied in einer höhern, mehr umfassenden. So ist die Idee jeder Thierart nur ein Glied in der Idee des ganzen Thierreichs; die des Thierreichs wieder ein Glied der noch mehr umfassenden Idee, in welcher Thier- und Pflanzenreich inbegriffen sind; diese wieder ein Glied in der Idee des Weltkörpers, welche uns eine in sich selbst abgeschlossene kleine Welt darstellt. Der Erdkörper ist aber wieder ein Glied unsers Sonnensystems, mit welchem er sich entwickelt hat und in einer unaufhörlichen Wechselwirkung steht. Auf dieselbe Weise ist aber auch dieses wieder ein Glied des nächst höhern Systems, jenes Sonnen(Fixstern)systems, das uns die Milchstraße zeigt, und worin unsere künstlichen Sehwerkzeuge und unsere auf Naturgesetze gebauten Schlüsse uns soviel haben erblicken lassen, was den bloßen Sinnenmenschen verborgen bleiben muß. Dies für unsere gewöhnlichen Vorstellungen ungeheuere System ist wieder nur ein Glied eines noch höhern und so weiter über alle Grenzen hinaus. So bildet die grenzenlose Ausdehnung ein unendliches Ganzes, welches alle im Dasein verwirklichte Ideen enthält; aber diese Unendlichkeit von Ideen ist zugleich inbegriffen in Einer wirkenden Idee, eine unendlich lebende Vernunft."

zusammenhang alles Daseins mehr und mehr erschließen, soll es dann überhaupt möglich werden, die Aufgabe zu erahnen, welche das Menschenleben zu erfüllen hat im Allleben, wir müssen hinaus aus den Schranken des Erdenlebens auf den freien Gipfel universeller Weltumschau, um von ihm aus die gesammte Erscheinungswelt, die physische wie die geistige *) an uns vorübergehen zu lassen und zu

*) Daß wir von diesem Standpunkte aus die Natur dem Bereich des Geistigen nicht entgegensetzen dürfen (wie z. B. Schleiden meint, „daß die Gebiete, welche sich im Geistesleben des Menschen bewegen, von den Naturwissenschaften nicht berührt würden"), als wäre, wie der „Kosmos" sagt: „das Geistige nicht auch in dem Naturganzen enthalten", daß also die sogenannte Geistesphilosophie hiernach nicht mehr neben, sondern nur innerhalb der allumfassenden Naturphilosophie ihre richtige Stelle erhält, das scheint uns unzweifelhaft.

In der jonischen Heimat, im glücklichen Kindesalter unserer abendländischen Philosophie, war es noch also. Jene alten Denker standen der Natur noch näher, fühlten sich noch mehr eins mit ihr. In ihrer Anschauung des Naturganzen erscheint die schöne Einheit von Natur und Geist noch ungebrochen. Erst in der spätern Speculation treten beide auseinander, und in den Vorstellungen des Christenthums, bei inzwischen völlig veränderter Weltanschauung ist das Bewußtsein ihrer Einheit beinahe erloschen, sind sie geradehin in feindlichen Gegensatz zueinander stellt. In der Freude über das Erringen eines ewigen Reichs ward der Blick für das Zeitliche getrübt. Das geordnete einheitliche Walten des gesammten kosmischen Lebens entschwand dem Blicke des Geistesauges. Im Streben nach dem Jenseit und im Hinblick auf eine künftige himmlische Herrlichkeit trat der Werth und das Verständniß dieser Welt in den Hintergrund. „Der Mensch floh aus der sinnlich anregenden Natur in düstere Bethäuser und dumpfe Klöster, oder verlebte in Abgeschiedenheit von der Welt ein anachoretisches Leben." Die Liebe zu der Natur fand keine Stätte in der Seele der Gläubigen, die Naturwissenschaft fand keinen Raum im Geistesleben. „Nicht aus Unkenntniß dieser Dinge", sagt Eusebius, der Vater der Kirchengeschichte, von den Naturwissenschaften, „sondern aus Verachtung ist es, daß wir so klein von diesen Sachen denken und unsern Geist zu bessern Gegenständen wenden."

Das Schicksal der unsterblichen Seele, ihre Heiligung und Erlösung

versuchen, inwieweit es gelingen mag, eine Vorstellung des Ganzen zu gewinnen und den innern Zusammenhang zu erschließen, der uns die Beziehungen alles Einzelnen zum Ganzen offenbart.

Sicher freilich muß und wird dieser Versuch mislingen,

---

erschien als der allein würdige Gegenstand, als der Hauptzweck der ganzen Welt, und die gesammte Natur nur ein [an sich gleichgültiges, untergeordnetes Mittel. Diese Verachtung der Natur, diese Richtung auf das Uebersinnliche gab dem Gemüths- und Geistesleben auf lange hin einen eigenthümlichen Charakter. Die Idee des Gegensatzes von Geistigem und Sinnlichem, von Natur und Geist prägte sich in ihrer ganzen Schroffheit aus, beschützt und aufrecht erhalten durch die Satzungen der Kirche.

Sie, die nur in der Vereinigung begriffen werden können, die überall unsichtbar ineinander verschweben, waren so aus der Verbindung gerissen, und blieben es das ganze Mittelalter hindurch; wenigstens soweit christliche Vorstellungen die Herrschaft übten. Denn die Naturanschauung der Araber war durch die Voraussetzungen jener nicht gebunden (wol mit ein Grund, daß sich die Pflege der Naturwissenschaften bei ihnen erhielt), wenn auch wieder andere theologische Voraussetzungen ihnen das klare wissenschaftliche Verständniß der Wirklichkeit verschlossen.

Erst als infolge der Berührung mit dem Orient und der Wiedererschließung dessen, was einst im griechischen Geiste gelebt, angeregt durch jene wundersame Reihe von Entdeckungen in den Erd- und Himmelsräumen, sich im christlichen Abendland eine neue Weltanschauung losrang, als der denkende Geist sich gegen die Satzungen der Kirche wandte, als neben dem Glauben die Forschung wieder Raum gewann, erst da fielen die Schranken, welche Glaubensvorstellungen zwischen Natur und Geist errichtet hatten. Der Gegensatz beider verschwand, die Natur ward „entsündigt", das Geistige als Theil des Naturganzen erkannt, ihm wieder eingeordnet. Und heute, wo das Bewußtsein der Einheit von Natur und Geist wiederum alle Vorstellungen der Gegenwart durchdringt, heute sollten wir es noch wagen dürfen, beide auseinander zu halten, sollten heute noch wähnen, „das Gebiet des Geistes werde von den Naturwissenschaften nicht berührt", sollten noch immer darauf verzichten dürfen, jene uralten Ahnungen, gereift durch die Erfahrungen der Jahrtausende, mit den Mitteln der Gegenwart mehr und mehr zur Erkenntniß zu erheben?

wenn wir nicht von vornherein darauf verzichten, jenes in unabsehbarer Ferne vor uns liegende Ziel (wie einst die italienischen Naturphilosophen) *) sofort im Fluge erreichen,

*) Diese „echt faustischen Gestalten" bringen uns durch ihr Leben wie durch ihr Denken die gewaltige Zeit zur Anschauung, die sie geboren, jene Sturm- und Drangperiode, in welcher sich die Neuzeit losrang aus den Vorstellungen des Mittelalters. Mit dem Aufschwung des Verkehrs und Handels der italienischen Staaten, mit dem Wiederaufleben der Wissenschaften und mit den großen Entdeckungen in den Erd- und Himmelsräumen entwickelte sich jene neue Weltanschauung, welche die Fesseln der Scholastik und Religionsphilosophie zersprengte und in den Geistern der bahnbrechenden Naturphilosophen jener Zeit die lebendige Auffassung des Naturganzen von neuem aufflammen ließ, die schon zweitausend Jahre früher in einer so viele Vergleichungspunkte bietenden Zeit, und in Wechselbeziehung mit ähnlichen anregenden Verhältnissen im ahnungsvollen Geiste der alten jonischen Denker auftauchte, damals, als mit der Ausbreitung der griechischen Colonisation und mit der steigenden Entwickelung des Handels und Verkehrs sich der Gesichtskreis der Griechen erweiterte, als das alte Wunderland Aegypten sich öffnete und die uralten orientalischen Culturkreise sich erschlossen, und nun jene große Zeit der geistigen und politischen Regsamkeit begann, in welcher das griechische Volk neben den Großthaten des öffentlichen Lebens die höchsten Erzeugnisse der Kunst und Wissenschaft hervorgebracht hat.

Freilich war die Zeit, aus deren ungeheuerer Gärung die italienische Naturphilosophie entsproß, eine ungleich gewaltigere. Ueberwältigt von der Fülle der Erscheinungen, welche sich damals den menschlichen Blicken zu enthüllen begannen, gaben sich jene überschwenglichen Geister mit dem leidenschaftlichsten Enthusiasmus dem Drange des Erkennens hin. Mit der dunkel geahnten „Idee des Lebes" suchen sie das ganze Dasein zu bezwingen, wollen sie die Vorstellung und Anschauung des einheitlichen Ganzen im Sturm erobern. „Die ganze Welt ist ihnen ein lebendiges Ganze, ein beseelter Organismus. Wie in der Pflanze oder im Thier alle Theile innerlich zusammengehören, wie sie nicht von außen heranschießen, sondern die schon im Keime gegenwärtige und wirkende Seele sie von innen heraus schafft, ebenso sind alle Theile der Welt Glieder eines Ganzen, nicht durch den Zufall oder äußerliche Kräfte zusammengeworfen, sondern die Offenbarung der allgemeinen vernünftigen Seele, die sich selbst in unzerstörbarer Lebenskraft ihren

es überhaupt mit dem „reinen Denken" erhaschen zu wollen, wenn wir nicht dem Wahn entsagen, von diesem luftigen Standpunkt aus, der jedenfalls nicht der von Archimedes geforderte ist, die Welt aus den Angeln heben zu können.

Vermaß sich doch noch Fichte in seiner „Wissenschaftslehre" zu der stolzen Verkündigung, „daß die Wissenschaft

---

Leib schafft, die allgegenwärtig alles durchdringt, in der unendlichen Vielheit aller Erscheinungen immer als das alles beherrschende Eine sich selbst gleichbleibt. In diesem allgemeinen Leben des Kosmos geht aber nicht die eigenthümliche Lebendigkeit des Einzelnen verloren. Vielmehr hat jede besondere Gestalt der Welt, wie sie eigenthümlich formirt ist, auch ihren individuellen Lebensproceß, ihre besondere Seele, ihren eigenthümlichen Lebensgenuß." Offenbar ist mit dieser Idee des einen lebendigen Kosmos die Natur zu einer ganz andern geworden, als sie in der Anschauung der frühern christlichen Zeit war, und hiermit der Kampf entbrannt, der noch heute fortdauert.

Ihn zu bestehen waren die Ahnungen jener Himmelsstürmer allein nicht ausreichend, und wie sie selbst als „vollendete Ketzer" der Kirche erlagen, ja zum Theil (wie Vanini und Bruno „der Ketzerfürst") auf dem Scheiterhaufen endeten, so würde auch vielleicht ihre Weltanschauung die Satzungen des Glaubens nicht durchbrochen haben, hätte sie nicht in der damals gleichzeitig erblühenden empirischen Richtung der Wissenschaft einen Bundesgenossen gefunden, der nicht Wenigem von dem, was jene und ihre Nachfolger in der philosophischen Richtung mit genialem Scharfblick erriethen, erst Gehalt und Realität gab.

Haben nun seitdem beide Richtungen, die in der antiken Philosophie noch enger verflochten waren, mehr oder weniger gesonderte Bahnen verfolgt, so hat doch die Gegenwart schon längst erkannt, daß nur bei voller wechselseitiger Durchdringung beider sich der Erkenntniß des Einzelnen in seiner Beziehung zum Ganzen, wie dem Verständniß der Gesammtheit der Erscheinungswelt in ihrer Einheit und Wesenheit näher kommen läßt; auf jenem Wege der Forschung, auf den schon Baco hingewiesen hat („Novum Organon", S. 94):

Qui tractaverunt scientias, aut empirici, aut dogmatici fuerunt Empirici formicae more, congerunt tantum et utuntur; rationales, ara nearum more, telas ex se conficiunt; apis vero ratio media est, quae materiam ex floribus horti et agri elicit, sed tamen eam propria facultate vertit ac digerit.

den Bau des Grashalms wie die Bewegung der Himmelskörper völlig unabhängig von aller Beobachtung, aus dem einfachen Grundsatze des Wissens ableiten werde"; und Hegel bewies uns *), daß zwischen Mars und Jupiter keine weitern Planeten existiren könnten. Inzwischen hat die Beobachtung bereits mehr als sechzig solcher „unmöglichen" Weltzellen entdeckt; wie denn auch andererseits sie, und nicht das „reine Denken", mit der Pflanzenzelle den Bau des Grashalms erschlossen und so uns mahnend daran erinnert hat, wo die starken Wurzeln unserer Kraft zu suchen sind.

Nur wenn wir uns auf den festen Boden der Erfahrung stellen, nur wenn wir damit anfangen, zunächst eine Gesammtanschauung des bisher Erreichten zu gewinnen, eine Aufgabe an sich schon riesengroß, nur so wird es möglich werden, von dieser sichern Grundlage des wirklich Erkannten aus Schritt für Schritt weiter vorzudringen in die noch unerschlossenen Regionen, ohne Gefahr zu laufen, den Boden unter den Füßen zu verlieren und, aus idealer Höhe herabstürzend, der „rauhen Wirklichkeit" zum Raube werden zu sehen, „was einst so schön, so göttlich war".

Von der gegebenen Wirklichkeit also müssen wir ausgehen als dem allein zuverlässigen Fundament aller Wissenschaft, auch der Philosophie, die ja nichts ist oder doch sein sollte, als das Wissen und Erkennen der ganzen vollen Wirklichkeit in ihrer Einheit, als der Spiegel des Reflectors (des menschlichen Bewußtseins), welcher das Gesammtbild der realen Erscheinungswelt, der physischen wie der geistigen, zurückstrahlt, zugleich aber — denn es ist ein selbstthätiger eigenlebiger Spiegel **) — den lebendigen Hauch wiedergibt,

---

*) Das Nähere hierüber hat Schaller in den Briefen zum „Kosmos" mitgetheilt.

**) Freilich auch darin spiegelnden Körper ähnlich, daß er Licht und Farbe nur theilweise zurückwirft.

der jene Erscheinungswelt durchdringt und zu einem Ganzen eint, die mit einem Worte also nichts ist als das Herz und die Seele der Einen untheilbaren Wissenschaft, die ἐπιστήμη τῶν ἐπιστημῶν Plato's.

Hat nun Baco recht, daß die Wissenschaft das Bild der Welt wie sie wirklich oder in Wahrheit ist, oder das Weltgebäude im menschlichen Geiste sei, und muß dieses Bild, weil der Menschheitsgeist, der es uns wiedergibt, in gleich ununterbrochener Entwickelung begriffen ist wie die gesammte Natur, muß also auch dieses Bild der Welt nothwendig ein ewig werdendes, ein nach allen Richtungen hin ewig wachsendes sein, so wird die nächste Aufgabe einer jeden Zeit darin bestehen müssen, dieses Gesammtbild der Erscheinungswelt, soweit des Menschen Geist sie bis dahin mit seiner Erkenntniß durchdrungen hat, als ein einheitliches Ganzes zusammenzufassen, um so zum klaren Bewußtsein zu bringen, wie viel oder vielmehr wie wenig bisher erkannt, wie verschwindend klein die Summe des Erforschten ist gegenüber dem noch Unenträthselten, wie fast unnahbar noch das letzte Ziel aller Wissenschaft: die Erkenntniß des höchsten Gesetzes, unter dem Natur und Geschichte stehen.

Dringt die Menschheit einst bis zu ihm vor, und was berechtigt uns, diese Möglichkeit zu bezweifeln?*), so wird

*) Daß sich solche Zweifel gerade den tiefsten Forschern aufdrängen, deren ernstem Streben sich die überwältigende Größe der Aufgabe enthüllt, ist erklärlich. So nur neuerdings noch Du Bois-Reymont, der in seinem berühmten Werke über die thierische Elektricität unumwunden ausspricht: „Wir besitzen Entsagung genug, um uns zu finden in die Vorstellung, daß zuletzt aller Wissenschaft doch nur das Ziel gesteckt sein möchte, nicht das Wesen der Dinge zu begreifen, sondern begreiflich zu machen, daß es nicht begreiflich sei."

Also immer wieder das alte Haller'sche Wort: „Ins Innere der Natur dringt kein erschaffener Geist."

„Indeß", fragt Schaller wol mit Recht, „ist denn die Schranke, die

sie hier die Quelle sehen, aus welcher mittelst vielfach verzweigter, bestimmt unterschiedener Kanäle der ewige Strom der Begebenheiten sich in das unermeßliche Meer der Dinge

---

mich schlechthin von der Wahrheit trennt, nicht auch eine Schranke für die Wahrheit selbst? Ist nicht die Wahrheit ebenso endlich als ich selbst, wenn sie sich mir nicht zu offenbaren vermag; wenn sie nur auf sich angewiesen, nicht aus ihrem Himmel heraustreten, nicht alle Welt durchdringen, nicht allgegenwärtig sein kann? Gehört es daher nicht zum Wesen der Wahrheit, daß sie gewußt wird? Ist daher der Gedanke eines unerkennbaren Innern nicht der offenbarste Widerspruch in sich?"

Und, fragen wir weiter, wozu dann überhaupt die nie befriedigte Sehnsucht nach dem Unerforschten, wozu das Streben nach dem Unmöglichen? Sollte es nichts sein als Tantalusqual, zu der die Menschheit hier verurtheilt wurde? Ist auch Allwissenheit dem Geschöpfe der Erde nicht beschieden, dürfen wir darum schon seinem Wissen für alle Zukunft eine Grenze stecken, und aus dem, was uns jetzt unerreichbar *scheint*, folgern, daß es überhaupt unerreichbar *ist*? Dürfen wir darum schon verzweifeln, daß nicht dereinst der Menschheit auf ihrem Bildungswege aufleuchten werde, wofür uns heute jede Ahnung fehlt? Könnten wir ohne solche Zuversicht durch unser Leben und Streben freudig beitragen zu jener Fortentwickelung, wenn wir begreifen müßten, daß wir schließlich doch nichts begreifen können?

„Der Mensch", sagt Hegel, „darf und soll sich selbst des Höchsten würdig achten; von der Größe und Macht seines Geistes kann er nicht groß genug denken; und mit diesem Glauben wird nichts so spröde und hart sein, das sich ihm nicht eröffnete."

Gewiß nicht, wenn wir nicht blos den einzelnen Menschen und die einzelne Zeit, wenn wir die ganze Menschheit in der ganzen unabsehbaren Folge der Zukunft ins Auge fassen. „Denn von dem Einzelnen", sagt unser großer Dichter, „kannst Du nie gering genug, von der Menschheit nie hoch genug denken." Jene gläubige Hoffnung des großen Römers, die ihn nicht getäuscht hat, wie sie niemals täuschen wird — Veniet tempus, quo posterie nostri tam aperta nos nescisse mirentur; „einst wird der Tag anbrechen, wo man nach Jahrhunderten des Forschens klar erkennen wird, wa suns heute verborgen ist" —, sie muß die freudige Zuversicht einer jeden Zeit bleiben und wird die Menschheit befähigen, zu erreichen, was heute noch unsern Blicken verhüllt: ϑεῶν ἐν γούνασι κεῖται.

Weit entfernt also dem Wissen und Erkennen der Menschheit schon die Grenze stecken zu wollen, zweifeln wir nicht einen Augenblick, daß

ergießt. Dann aber ist auch ihre Aufgabe erfüllt, sie selbst am Ende ihres Strebens, und hiermit der Zwiespalt gelöst, welcher bis dahin Glaube und Wissen trennt und trennen

---

sie nicht nur ihre nächste Aufgabe als Theil des Erdganzen, alles, was uns hier auf Erden umgibt, mit ihrer Erkenntniß zu durchdringen, lösen, sondern auch ihre höhere Aufgabe mehr und mehr erkennen und erfüllen wird, die ihr in und mit dem Erdganzen als Theil des Weltganzen zugefallen ist.

Wir hoffen also mit Oerstedt, daß wir hier auf Erden stets mehr und mehr zu Einsichten kommen werden, welche unsern Geist unendlich mehr als jetzt selbst das durchschauen lassen, was auf fernen Weltkörpern geschieht und in derselben Weise unser geistiges Dasein zu einer Theilnahme am Weltall erweitern. „Denken wir uns nun", fährt Oerstedt fort, „daß dies wieder von andern Weltkörpern mit Hinsicht auf uns geschieht, so sieht man, daß in dem endlichen Dasein eine Anlage dazu vorhanden ist, daß das eine Weltglied das andere durch geistige Kräfte erfassen, daß also jedes wesentliche Weltglied zum Bewußtsein des Ganzen kommen, ja sogar in dem einen ein Wissen von dem Wissen, von dem Glauben, von dem Gottesbewußtsein, welches sich bei dem andern findet, sein soll; kurz, daß das ganze Dasein nicht blos durch Ursprung und Leitung von der ewigen allmächtigen Vernunft ein wahres Vernunftreich ist, sondern daß es eine Anlage zu einem Vernunftzusammenhang zwischen den endlichen denkenden Wesen selbst gibt; eine Anlage, welche von unserer, der Erdbewohner, Seite nur noch einen geringen Grad derjenigen Entwickelung erreicht hat, welche gehofft werden kann, wogegen sie wahrscheinlich auf einigen Punkten des ganzen Daseins schon eine weit höhere Vollkommenheit erreicht hat. Im Wesen der Dinge liegt es also, daß wir mit der vollsten Bedeutung des Ausdrucks sagen dürfen: Das ganze Dasein ist ein Vernunftreich."

Ist dem aber so, so wird auch Hegel nicht zu viel sagen: „Das zuerst verborgene und verschlossene Wesen des Universums hat keine Kraft, die dem Muth des Erkennens Widerstand leisten könnte; es muß sich vor ihm aufthun und seinen Reichthum und seine Tiefen ihm vor Augen legen und zum Genusse geben."

Das Wesen der Dinge kann daher nicht immer unbegreiflich und der Menschheit das Ziel nicht durchaus unerreichbar sein, das wir oben als das Endziel aller Wissenschaft bezeichnet haben; wenn auch beide Aufgaben zusammenfallen und ihre vollständige Lösung erst mit Erfüllung der Menschheitsaufgabe selbst möglich scheint. Denn das, was einem

7 *

muß, als die treibende Kraft, die jenes Streben dem Ziele näher und näher führt. Beide, Wissen und Glaube, sind ja nur verschiedene Functionen Eines Geistes, deren Bahnen

---

Einzeldinge „sein Wesen" seine beständige Eigenthümlichkeit gibt, ist nur die Gesammtheit der Naturgesetze, wodurch es hervorgebracht ist und sich erhält. „Aber Naturgesetze", sagt der berühmte Entdecker des Elektromagnetismus weiter, „sind Naturgedanken; der Dinge Wesen beruht also auf den Naturgedanken, welche sich darin ausdrücken. Insoweit etwas ein in sich zusammenhaltendes Wesen sein soll, müssen alle Naturgedanken, welche darin ausgedrückt sind, in Einem Wesensgedanken sich vereinigen, welchen wir dessen Idee nennen. Das Wesen eines Dinges ist also dessen lebende, d. h. die durch die Naturkräfte verwirklichte Idee." Keine einzelne Gestalt der Natur ist nun aber für sich allein eine vollständige Darstellung ihrer Idee; vielmehr ergänzen sich die einzelnen Dinge, sind nur zusammengenommen der Idee entsprechend, und bilden so durch diese Verknüpfung miteinander ein in sich gegliedertes Ganzes, das alle im Dasein verwirklichte Ideen enthält, mit dessen Wesen freilich erst das Wesen der Einzeldinge dereinst vollständig erschlossen werden wird. Die Erkenntniß dieses Wesens der Dinge muß daher das letzte Ziel aller Wissenschaft sein und bleiben.

Wollte die Wissenschaft an sich selbst verzweifeln, was bliebe übrig als der Glaube Melanchthon's: „De multis rebus etiamsi multa ignoramus praeparemus etiam nos ad illam aeternam academiam, in qua et integram physicen discemus, cum ideam mundi nobis architectus ipse monstrabit!"

Unsere Akademie ist diese Welt, hic Rhodus, hic salta!

„Der Mensch muß bei dem Glauben verharren, daß das Unbegreifliche begreiflich sei; er würde sonst nicht forschen."

Dieses große Goethe'sche Wort wird jenen Haller'schen Kleinmuth überwinden helfen, so oft er auch auftaucht; und was dieser Glaube verspricht, das wird er halten; er wird die Menschheit unaufhörlich vorwärts treiben, wird sie ihrem Ziele näher führen, und aus der Arbeit der Gesammtheit der aufeinanderfolgenden Geschlechter wird sich auferbauen, was dem ephemeren Dasein der einzelnen, als ebenso vieler Theile und Glieder dieses großartigen Entwickelungsprocesses des Menschheitsganzen ebendeshalb versagt blieb: die Erkenntniß des höchsten Gesetzes, unter dem Natur und Geschichte stehen.

„Vertraut daher", ruft uns Plinius zu, „euerm Geiste, ihr Erklärer der

wie die Radien eines Kreises schließlich in dem Einen Mittelpunkte zusammentreffen. Wie weit sie aber auch jetzt noch auseinander liegen, so ist doch unzweifelhaft und durch die Erfahrung bestätigt, daß sie nichtsdestoweniger, eben weil sie Functionen Eines Geistes sind, in untrennbarer Wechselbeziehung stehen, wie ja alle Functionen eines jeden Organismus. Insoweit also, und dahin wollen wir hier das im Eingange Gesagte ergänzen, insoweit steht auch das Wissen (selbst unbewußt) *) unter dem Einfluß der Glaubensthätig-

Natur (des Himmels), die ihr, befähigt das Wesen der Dinge zu erfassen, durch Auffindung der Grundursachen Götter und Menschen besiegt habt" — „Macti ingenio este, coeli interpretes rerumque naturae capaces argumenti repertores, quo Deos hominesque vicistis" (Historia naturalis, II, 12).

*) Es würde nicht schwer sein nachzuweisen, daß gerade diejenigen, welche sich frei wähnen von dem, was A. Rée das „Talent des Glaubens" nennt, nicht selten ganz besondere Virtuosen hierin sind, wenn auch nach anderer Richtung hin. Denn die sogenannte materialistische Richtung eines Menschen oder Volks besteht, wie Held gewiß mit Recht bemerkt, keineswegs darin, daß es dabei an allem Glauben fehlte, sondern darin, daß der Materie göttliche Ehren erwiesen werden. Sowenig irgendeinem Menschen alles Gewissen abgeht, ebenso wenig gibt es einen Menschen ohne allen Glauben. Er ist unauflösbar verbunden mit dem Drange nach Erkenntniß; nur die Formen sind verschieden, in denen er sich geltend macht.

Wie selbst auf dem Gebiet der Wissenschaft die Glaubensthätigkeit oft mehr als zu sehr Einfluß übt, wie sie hier zu „wissenschaftlichen Dogmen" führt, die womöglich noch mit größerer Zähigkeit festgehalten werden als die religiösen: darauf hinzudeuten werden wir später nur zu oft Gelegenheit haben.

Natürlich sind es nur die starrgewordenen wissenschaftlichen Dogmen, welche wir hier im Auge haben, d. h. die traditionellen „wissenschaftlichen" Glaubensvorstellungen, „des Meisters Worte, auf die man schwört", nicht aber die Mitwirkung der Glaubensthätigkeit bei dem Erkennen überhaupt, die sich, als zu dem Wesen des Menschen gehörig, nun einmal nicht absolut ausschließen läßt, sodaß wir mit Ulrici über-

keit, wie andererseits wiederum der Forschritt der Erkenntniß umgestaltend einwirkt auf die Producte jener, auf die Glaubensvorstellungen.

Wie man sich auch immer sträuben möge, dies anzuerkennen, wie sehr sich auch immer bald Glaube, bald Wissen berufen wähnen mögen, den Weg zur Wahrheit allein oder vorzugsweise bestimmen zu dürfen, wie frei und unabhängig sich auch das Wissen vom Glauben und der Glaube wiederum vom umgestaltenden Einflusse des Wissens träumen mag, beide, so lehren uns die Thatsachen der Geschichte, stehen unter einem höhern Gesetz, welches ihre Wechselbeziehungen regelt, und gerade hierdurch den Fortschritt beider nach dem Einen Ziele und damit wiederum die Gesammtentwickelung der Menschheit hervorbringt.

Gerade dieses in ewiger Ausgleichung begriffene Wechselspiel der Kräfte ist es, welches hier wie überall die Entwickelung bedingt. Dies leugnen, hieße mit den Thatsachen der Geschichte das große Grundgesetz aller Entwickelung selbst in Abrede stellen. Ob es aber auch geschieht, die Erde bewegt sich doch, jene Entwickelung vollzieht sich, gleichviel ob die Factoren derselben sie anerkennen oder nicht; ja sie wird durch deren Widerstreben nur um so lebensvoller, denn je treuer der Glaube festhält an den jedesmaligen Glaubensvorstellungen, um so tiefer und gründlicher muß das Wissen sein, welches sie überwinden will, und je reiner und geläuterter die Glaubensvorstellungen werden, je höher der an sich unüberwindliche Glaube sich erhebt, um so klarer erkennt

einstimmen, wenn er in dem soeben erschienenen Werke „Gott und die Natur" sagt:

„Streichen wir alles hinweg, was in Wahrheit nur ein wissenschaftlicher Glaube ist, so schrumpft die Wissenschaft zusammen zu einem kleinen Rest von Sätzen, deren Inhalt so dürftig und werthlos ist, daß er die Mühe der Forschung kaum lohnt.

das Wissen wie wenig es noch weiß, um so mehr wird es angespornt mit dem Glauben um die Palme der Erkenntniß zu ringen; um so mehr von jener Sehnsucht ergriffen, auf welche der Kosmos mit dem ihm eigenen Zauber der Darstellung hinweist: „Neben der Freude an der errungenen Erkenntniß liegt, wie mit Wehmuth gemischt, in dem aufstrebenden, von der Gegenwart unbefriedigten Geiste die Sehnsucht nach noch nicht aufgeschlossenen unbekannten Regionen des Wissens. Eine solche Sehnsucht knüpft fester das Band, welches nach alten, das Innerste der Gedankenwelt beherrschenden Gesetzen alles Sinnliche an das Unsinnliche kettet; sie belebt den Verkehr zwischen dem, was das Gemüth von der Welt erfaßt, und dem, was es aus seinen Tiefen zurückgibt."

Nur in diesem Sinne, nur soweit es hiernach überhaupt möglich scheint, haben wir versucht und werden es ferner versuchen, das Wissen frei zu halten vom Glauben, es also keiner überlieferten Glaubensvorstellung unterzuordnen, ebenso wenig aber auch ihm Uebergriffe zuzugestehen in das Gebiet des Glaubens selbst, sodaß uns nichts ferner liegen kann als, indem wir der Erkenntniß des innern Zusammenhanges der Erscheinungswelt nachstreben, uns zu überheben aus diesem Stückwerk der Erkenntniß einen Gottesbegriff construiren*) oder gar über den Glauben selbst zu Gericht sitzen,

*) Führt auch die Weltanschauung mit Nothwendigkeit zur Frage nach den letzten Ursachen, nach dem Urgrund alles Seins, und ist auch das Gottesbewußtsein einer jeden Zeit untrennbar verknüpft mit der jedesmaligen Weltanschauung, die Fata Morgana dieser, so kommt es zunächst doch immer darauf an, den Schluß nach oben offen lassend, auf dem Boden des Erkannten eine Anschauung des Erforschten zu gewinnen, bevor wir wagen dürfen, jenen letzten Fragen näher zu treten. Das nur haben wir oben sagen wollen. Daß aber in dem Bilde der Welt und seiner allmählichen Entfaltung im Menschengeiste die Ent-

ihn für nicht nothwendig und überflüssig erklären zu wollen, wie wenn er nicht mit zu dem lebendigen Reichthum der Erscheinungen gehörte, nicht gerade ein wesentlicher Factor wäre in der Entwickelungsgeschichte der Menschheit.

Wollen wir das Recht des Wissens voll und ganz geltend machen, so müssen wir auch ebenso entschieden das Recht des Glaubens anerkennen, und uns am wenigsten kann es in den Sinn kommen, vom Standpunkt des Gesammtorganismus aus irgendeine Erscheinung ausschließen zu wollen, die sich als mitwirkend in jenem bethätigt.

Wähnt auch der Materialismus in seiner Einseitigkeit mit Stoff und Kraft das ganze Weltall aus sich selbst construiren zu können; spricht auch z. B. C. Vogt mit der Sicherheit der Unfehlbarkeit aus: „Die Materie ist sowenig erschaffen als die Naturgesetze gegeben; beide sind nothwendig gegenseitig bedingte Dinge, die keinen dritten zum Urheber haben": drängt uns denn nicht gerade die Erkenntniß des Gesammtzusammenhanges der Erscheinungswelt unwiderstehlich die Ahnung auf, daß hinter dem geheimnißvollen, sichern

---

wickelung der Gottesidee nicht fehlen dürfe, von dem „dumpfen, schauerlichen Gefühl der Einheit aller Naturgewalten" an, das, wie der „Kosmos" bestätigt, selbst wilden Völkern eigen ist, von dem rohen, vagen Naturalismus bis heran zu dem Ringen der Gegenwart, welches die höhere Einheit sucht für die unvereinbar scheinenden Vorstellungen des Pantheismus und Theismus; daß also die Gesammtvorstellung der physischen und psychischen Erscheinungswelt auch diese Entwickelungsreihe mit umfassen müsse, haben wir bereits mehrfach angedeutet.

Vielleicht kommen wir auf diesem Wege der Lösung jener Räthsel sicherer näher als auf dem reiner metaphysischer Speculation, wenn anders uns aus diesem Bilde der Welt ganz von selbst die große Wahrheit entgegentritt: „daß ein lebendiger Gott und die Welt sein reales Denken sei" (A. Bühler, „Theokrisis").

Wagen wir daher zunächst, dieses Denken nachzudenken, indem wir versuchen, die Welt der Erscheinungen mehr und mehr zu verstehen, eine Gesammtanschauung von ihr zu gewinnen.

Spiel des einheitlichen Ineinandergreifens alles Einzelnen auch ein einheitliches Regelndes in dem Chaos der Vielheit, eine Weltidee verborgen liegt?

Die Welt, auf der ich mit Verwund'rung steh',
Ist eine Muschel in der Gottheit See;
Der Forscher trennt mit Mühe ihre Schalen
Und findet drin die Perle der Idee.

Freilich:

Den Künstler wird man nicht gewahr, bescheiden
Verhüllt er sich in ewige Gesetze;
Die sieht der Freigeist, doch nicht ihn. Wozu
Ein Gott? ruft er, die Welt ist sich genug!
Und keines Christen Andacht hat ihn mehr
Als dieses Freigeists Lästerung gepriesen.

Für jetzt allerdings, im Kindesalter der Menschheit, in dem wir noch immer stehen, ist es auch noch immer nur der Glaube, der in jene Regionen zu dringen vermag; „das Herz nur gibt davon Kunde".

Wenn auch das Geistige in uns das Geistige in der Welt, seine Wahlverwandtschaft, ja seine Wesenseinheit mit ihm ahnt und mehr und mehr zu erkennen strebt, „noch webt ein tiefes Geheimniß über dem ewig Einen, und von dem Wenigen, das wir errungen haben, unbefriedigt, strebt unsere Ahnung immer weiter und weiter auf in die Unendlichkeit; aber über ihr wölben sich unermeßliche Höhen, unter ihr dehnen sich bodenlose Tiefen, und die Ewigkeit umwogt sie wie ein uferloses Meer".

Muthig bricht das Wissen und Erkennen Schranke um Schranke ab, dringt weiter und weiter vor im Reiche der Wahrheit, rastlos strebend, „des Weltalls heilige Räthsel zu lösen"; aber jeder Schritt, mit welchem wir uns dem Ziele zu nähern scheinen, zeigt uns neue unbekannte Regionen, neue Räthsel und neue tiefere Geheimnisse, und wir entfernen uns so, nach vielen mühevollen Schritten, kaum vom Anfange.

Und auf diesen ersten Stufen des noch unübersehbar vor uns liegenden Entwickelungsganges menschlicher Erkenntniß sollten wir schon jetzt zum Abschluß drängen; schon jetzt wähnen an jenem Ziele zu sein, an welchem Glaube und Erkennen zusammenfallen; schon jetzt das ganze Gebiet des Glaubens mit dem Wissen erobert, ihn selbst überwunden zu haben?

„Noch in keines Menschen Seele spiegelt sich ganz die Welt, keines Menschen Seele bringt das empfangene Bild in seiner wahren Gestalt und Reinheit ohne Täuschung vor das Bewußtsein, und kein Bewußtsein ist fähig, das ganze Bild mit voller Erkenntniß seiner Theile und deren Zusammenhanges in sich aufzunehmen“, und wir sollten berechtigt sein, schon jetzt vom einseitigen Standpunkte des Wissens aus über die höchsten Fragen der Menschheit endgültig abzusprechen? Belehrt uns denn nicht Geschichte und Erfahrung aller Völker und Zeiten, daß dies unmöglich war und ist, daß allüberall neben dem Wissen der Glaube stand und steht, daß beide, wenn auch durch untrennbare Wechselbeziehungen verknüpft, dennoch selbständige nicht zusammenfallende Functionen des Menschengeistes sind?

Was auch immer das Wissen weiß, der Glaube glaubt:

Hoch über der Zeit und dem Raume webt
Lebendig der höchste Gedanke,

und wenn das Wissen erkennt:

Daß alles in ewigem Wechsel kreist,

der Glaube spricht:

Im Wechsel beharret ein ruhiger Geist.

Und er hat recht, wenn er sich nicht beirren läßt und in unversiegbarer Lebensthätigkeit sich unaufhörlich neugestaltend an der Gesammtentwickelung mitwirkt (Malheur à ceux qui essayent de s'opposer au libre développement des besoins religieux de l'humanité; Renan, „Essais de morale et de cri-

tique"), wie die Wissenschaft recht hat, wenn sie die Fesseln der jedesmaligen traditionellen Glaubensvorstellungen sprengend ihren Beruf erfüllt, die Naturwelt, Erde und Menschheit immer mehr und mehr mit ihrer Erkenntniß zu durchdringen.

Nur aus dem Kampfe geht das Leben, geht die Entwickelung hervor. Bis diese vollendet, muß der Widerstreit bleiben, kann die Ausgleichung immer nur zeitweise und scheinbar, immer nur die Vorstufe neuer Entwickelung sein, in welcher die stillschaffende Thätigkeit beider vorbereitet, was immer wieder neues Ringen, neuen Fortschritt hervorruft. Die Gesammtentwickelung steht niemals still. Nur wenn es überhaupt gelänge, jenes Wechselspiel der Kräfte aufzuheben, sei es durch Versöhnung der vermeintlichen Gegensätze, welche die Kurzsichtigkeit anstrebt*), sei es durch Ausschließung oder durch Unterordnung der einen Thätigkeit unter die andere, welche die Ueberhebung auf beiden Seiten beanspruchen

---

*) Der neueste Versuch dieser Art, von dem soeben (1862) die Zeitungen Kunde bringen, das Programm der niedern Geistlichkeit in Neapel, welches die Rückkehr zum primitiven Katholicismus anstrebt, bestätigt das Obengesagte in schlagender Weise.

Punkt 9 lautet: „Die Theologie hat sich mit der Wissenschaft zu versöhnen, die Wissenschaft vor dem Dogma achtungsvoll zu beugen."

Im Grunde dasselbe, was vielfach in Deutschland und England von protestantischen Theologen ausgesprochen wird.

Doch das Gesetz der Entwickelung bleibt unerbittlich und wird diesen Versöhnungs- sowie den entgegenstehenden Aechtungsversuchen gegenüber, welche mit den Dogmen zugleich den Glauben selbst bezwingen wollen, bestätigen, was wir oben als unumgängliche Nothwendigkeit bezeichnet haben: die Fortdauer des Kampfes oder vielmehr Wettkampfes des Glaubens und des Erkennens.

Die endliche Ruhe wird nur verspürt
Sobald der Pol den Pol berührt.
Drum danket Gott, ihr Söhne der Zeit,
Daß er die Pole auf ewig entzweit.

(Goethe.)

möchte, dann freilich würde der Kampf und Wettkampf beider, mit ihm aber auch die Entwickelung, das Leben zu Ende sein. Nannte doch Heraklit schon „den Streit den Vater aller Dinge, den rechten Herrscher und König, weil er durch Anregung entgegengesetzter Kräfte jede Thätigkeit bewirkt, deren Ausgleichung auch der Tod alles Lebenden ist". Nur wo Bewegung ist, ist Leben; wo Stillstand, Tod. So spricht zu uns das Offenbarungswort der Natur, für die, nach dem sinnvollen Ausspruche Goethe's „es im Bewegen und Werden kein Bleiben gibt, und die ihren Fluch gehängt hat an das Stillestehen". Der innere Drang des harmonischen Fortschritts im Glauben, Erkennen und physischen Dasein, verbunden mit der Fähigkeit seiner Verwirklichung und mit der zwingenden Nothwendigkeit der Umstände und des Einflusses der äußern Verhältnisse, das sind die unaufhörlich wirkenden ewigen Mächte, welche die Entwickelung des Einzelnen, welche die der Menschheit bedingen und vorwärts treiben, die nie ruhenden gestaltenden Factoren ihres Lebens.

Ebendarum werden sie bleiben so lange dieses Leben dauert.

Nicht also versöhnen wollen wir, was die Natur geschieden, nicht einander unterordnen, was sich als selbständige Thätigkeit zu erkennen gibt, was tief in der Wesenheit der menschlichen Natur begründet, in ewiger Wechselwirkung nach Ausgleichung ringend, gerade dadurch die Fortentwickelung hervorbringt, ein nothwendiger Factor derselben ist, suum cuique, das muß vor allem der Wahlspruch der Gesammtanschauung sein, welche die ganze Erscheinungswelt zu umfassen und die Bedeutung alles Einzelnen zu erkennen strebt. Was erreicht werden kann und soll, ist allein, daß das Wechselspiel der Kräfte (auch das des Glaubens und Erkennens) harmonisch zusammenwirke, daß sich alles Einzelne

zur Harmonie des Ganzen zusammengliedere, sich selbst behauptend und dennoch dem Ganzen dienend, sowol in der Entwickelung des einzelnen Menschen, wie in der der Gesammtheit.

Hinge diese harmonische Ausgleichung freilich allein von dem „freien Willen"*) der Einzelnen ab, die Feindschaft auf Leben und Tod, welche, wie die Geschichte aller Zeiten lehrt, der Fanatismus dahinsinkender Glaubensvorstellungen dem Fortschritt der Erkenntniß zu schwören pflegt, müßte uns

---

*) Wie Goethe das Leben „eine Gewohnheit des Daseins", so nennt Ule bezeichnend den eingebildeten freien Willen „eine Gewohnheit des Müssens".

Daß uns vom Standpunkte der einheitlichen Gesammtanschauung der ganzen physischen und psychischen Erscheinungswelt auch der menschliche Wille als eine Naturerscheinung und als solche den allgemeinen Naturgesetzen unterworfen erscheinen muß, ist selbstverständlich. Es ist uns daher aus der Seele gesprochen, wenn C. F. Fischer („Ueber die Freiheit des menschlichen Willens") sagt:

„Wer an die Möglichkeit des freien Willens glaubt, der ist in dem Irrthum befangen, als könne die moralische Welt ohne jene sichere Grundlage bestehen, welche der physischen die Dauer verleiht. Diese Grundlagen sind die Gesetze, welche in jedem Atom sich wirksam zeigen, und deren Kenntniß wir dem Streben der Wissenschaft vergangener und gegenwärtiger Zeiten verdanken. Ohne Gesetze, in deren Bahnen sich alle Erscheinungen dahin bewegen, lösen sich Harmonie und Ordnung in wildes Chaos auf. Was die Menschen sind, das sind sie im vollen Sinn des Worts geworden, und es ist thörichtes Vermessen des Einzelnen und Mangel an Einsicht, zu glauben, daß er inmitten der auf gemeinsamer Basis ruhenden Erscheinungswelt, losgebunden von den Bedingungen, unter welchen alles Kommende und Gehende sich manifestirt, eine Kraft besitze, die allem widerspricht, was die Natur unserer Erkenntniß bietet. Darum ist es echte Weisheit, mit Egmont zu gestehen: «Wie von unsichtbaren Geistern gepeitscht, gehen die Sonnenpferde der Zeit mit des Schicksals leichtem Wagen durch, und uns bleibt nichts als muthig gefaßt die Zügel festzuhalten und bald rechts, bald links, vom Steine hier, vom Sturze da, die Räder abzulenken. Wohin es geht, wer weiß es? Erinnert er sich doch kaum, woher er kam.»"

fast an der Möglichkeit des Gelingens zweifeln lassen. Glücklicherweise aber lehrt die Geschichte auch, das solche Feindschaft selbst nur dem dient, was sie bekämpft, daß auch die heftigsten durch sie hervorgerufenen Krisen nur ein Glied sind in der Kette der Entwickelungen. Nach ewigen Gesetzen regeln sich und gleichen sich aus die Geistesströmungen nicht minder wie die des Luftmeers, und alles Einzelne, selbst das, was ihr zu widerstreben scheint, muß sich, bewußt oder unbewußt, einfügen der Entwickelung des Ganzen. Wir gestehen daher mit Snell, daß wir von einer wahrhaften Freiheit der endlichen Naturwesen, von einem moralischen Willen und von allen Erzeugnissen aus der Tiefe des Genius nichts begreifen, wenn dieselben nicht im nächsten unmittelbarsten Zusammenhang mit dem Universellen der Ausdruck der fortgehenden Weltschöpfung sind, welche, nachdem sie in äonenlanger Arbeit die im Kreislauf sich bewegenden Naturgesetze und Naturproducte als Mittel- und Stützpunkt der höhern individuellen Thätigkeit hinter sich abgelagert hat, in dem engen Raum der menschlichen Persönlichkeit ihren accentuirten neuschaffenden Bildungstrieb offenbart.

Nur wer der Erkenntniß der Gesetze dieser Entwickelung*)

*) „Wir könnten fast glauben", sagt Fischer treffend, „man kokettire nur mit diesen Gesetzen, die man auf allen Einzelgebieten des menschlichen Wissens auffindet: der Geschichtsforscher, der Nationalökonom, der Geologe, Chemiker und Physiker, sie alle erkennen die Gesetze und gestehen ihre Wirksamkeit; allein wenn man aus dem Kokettiren Ernst macht, wenn man mit sittlicher, überzeugungsstarker Kraft an das Erforschen und Aussprechen verallgemeinerter Wahrheiten geht und ihre Consequenzen geltend macht, da möchte man aus Scheu vor diesen Consequenzen, deren Folgen ein kurzsichtiges Auge nicht gleich übersieht, das Geschehene ungeschehen machen und dem im einzelnen Erkannten und Ausgesprochenen die weiterwirkende Kraft nehmen. Allein jene Zaghaften gleichen nur dem unglücklichen Zauberlehrling, der die Geister entfesselte, sie aber nicht mehr zu bannen vermochte. Der Muth, der

unaufhörlich nachstrebt, wer in freiem Gehorsam*) sich ihnen fügend mitarbeitet an der Aufgabe der Gesammtheit, nur der handelt wahrhaft frei, nur der ordnet sich bewußt und organisch ein dem Organismus des Ganzen und seiner lebensvollen Entfaltung, während alle übrigen mechanisch

---

ihnen fehlt, beseelt noch solche, deren Ueberzeugung keine schwächliche Rücksicht zu nehmen hat, und welche die Wahrheit ungeschminkt und ungeschmälert aussprechen mit dem tröstenden Bewußtsein, daß in ihr die Kraft liegt, die Wunden wieder zu heilen, die sie möglicherweise dem Glauben, der Meinung Andersgesinnter schlägt. Wir haben uns ja nicht das Zerstören allein zur Aufgabe gemacht, wir sind nicht bei der negativen Thätigkeit stehen geblieben, die Nichtexistenz eines freien Willens nachzuweisen. Der Ersatz, den wir bieten, scheint uns doch in tausendfacher Beziehung den Werth des Verlustes aufzuwiegen. Denn statt des unsteten, allen Schwankungen preisgegebenen Willens, haben wir den sichern Boden unverrückbarer Gesetze als Grundlage allem Denken und Handeln untergelegt; wir haben die Ueberzeugung zu geben versucht, daß Güter, deren Erhaltung dem Menschen so wünschenswerth ist, für alle Zukunft gesichert sind unter dem Schutze der Nothwendigkeit aller waltenden Naturgesetze.

κατὰ φύσιν
νόμος ὁ πάντων βασιλεύς
ϑνατῶν τε καὶ ἀϑανάτων
ἄγει δικαιῶν τὸ βιαιότατον
ὑπερτάτᾳ χειρί.
(Pindar.)“

*) Durch diese sogenannte contradictio in adjecto haben wir die unzertrennliche Einheit von Freiheit und Nothwendigkeit andeuten wollen. Wie sehr wir auch gewohnt sind, beide als Gegensätze aufzufassen, in Wirklichkeit schlingt sich allüberall in Natur und Geschichte die Freiheit eng um die Nothwendigkeit, sind beide so innig verwachsen, daß sich eine Grenze gar nicht bestimmen läßt und jede Gegensätzlichkeit schwindet. Wo immer auch der Geist frei innerm Drang zu folgen scheint, er wandelt dennoch die Bahnen des unverbrüchlichen Naturgesetzes, als einer der vielen Factoren, aus denen sich die Entwickelung des Ganzen zusammensetzt. Bewußt oder unbewußt, wollend oder willenlos, ihr müssen wir, muß alles dienen; und wenn nun Aristoteles in der „Politik“, in Betreff des Staatslebens sagt: „daß dem Gesetz des Vater-

und unbewußt, selbst wider Willen, derselben dienen; gleichviel ob sie von der Höhe des Vaticans herab ohnmächtige Blitze schleudern gegen den unaufhaltsamen Fortschritt im Wissen und Erkennen, oder vom Throne aus wähnen, die Geschichte commandiren, ihr die Bahnen vorschreiben, das Wann und Wieweit der Entwickelung bestimmen zu können *), oder ob sie in den Schneehütten der Eskimos oder

---

landes gehorchen, nicht Knechtschaft sondern Errettung aus derselben, Befreiung, Freiheit ist" (οὐ γὰρ δεῖ οἴεσθαι δουλείαν εἶναι τὸ ζῆν πρὸς τὴν πολιτείαν, ἀλλὰ σωτηρίαν), sollte dies nicht ungleich mehr gelten gegenüber den ewigen Gesetzen unsers weitern Vaterlandes, der Natur? Und sollte unsere Freiheit etwas anderes sein können als „bewußter" Gehorsam gegen diese? Ohne ihn ständen wir den übrigen Geschöpfen gleich, und würden in willenloser Unfreiheit von den Fluten des kosmischen Lebens dahingetragen, ut cetera animalia.

*) Die Geschichte jedes civilisirten Landes ist, wie Buckle mit Recht bemerkt, die Geschichte seiner geistigen Entwickelung, welche Könige, Staatsmänner und Gesetzgeber eher aufzuhalten als zu fördern pflegen; denn wie groß ihre Macht auch sei, im besten Falle sind sie nur zufällige und unzureichende Vertreter des Geistes ihrer Zeit. So weit sind sie davon entfernt, die Bewegungen des Nationalgeistes zu leiten, daß sie selbst nur den kleinsten Theil darin bilden und in einem allgemeinen Ueberblick des Fortschritts der Menschheit nur als Puppen zu betrachten sind, die auf einer kleinen Bühne sich breit machen und ihre Zeit verthun, während weit über sie hinaus und überall um sie herum sich Gedanken und Principien erzeugen, die sie kaum wahrzunehmen vermögen und wodurch dennoch allein der ganze Gang menschlicher Angelegenheiten schließlich regiert wird.

Die Zeiten der Stuarts, an welche Buckle diese Betrachtungen angeknüpft hat, liefern uns einen trefflichen Commentar zu diesen Worten:

Die großen gesetzgeberischen Reformen, welche die Regierung Karl's II. so merkwürdig machen, bilden in der That nur einen Theil jener Bewegung, die man zwar zu einer viel frühern Periode zurückverfolgen kann, die aber doch erst drei Generationen hindurch in unverdeckter Wirkung gewesen war. Diese wichtigen Verbesserungen waren die Folgen jenes kühnen, skeptischen, untersuchenden und reformatorischen Geistes,

in den Steppen Australiens, scheinbar außerhalb der Geschichte, kaum mehr als zu vegetiren scheinen.

Suchst du das Höchste, das Größte? Die Pflanze kann es dich lehren,
Was sie willenlos ist, sei du es wollend — das ist's!

---

der jetzt die drei großen Reiche der Theologie, der Wissenschaft und der Politik ergriffen hatte. Die alten Principien der Ueberlieferung, der Autorität und des Dogmas waren nach und nach schwächer geworden, und natürlich verminderte sich der Einfluß der Klassen, durch die jene Principien vorzüglich aufrecht erhalten wurden, im Verhältniß. Sowie sich die Macht besonderer Abtheilungen der Gesellschaft verminderte, stärkte sich die Macht des Volks im ganzen. Die wahren Interessen der Nation traten deutlich hervor, sobald der Aberglaube zerstreut war, der diese Interessen solange in den Schatten gestellt hatte. „Dies, glaube ich", sagt Buckle, „ist die wahre Lösung einer Schwierigkeit, die zuerst so seltsam aussieht, nämlich, wie so umfassende Reformen sich unter einer so schlechten und in mancher Hinsicht so schmählichen Regierung vollziehen konnten. Ohne Zweifel waren diese Reformen wesentlich eine Folge des intellectuellen Fortschritts der Zeit; aber so wenig wurden sie trotz der Laster des Königs gemacht, daß sie vielmehr entschieden durch sie unterstützt wurden. Daß ein solcher Mann ein Vierteljahrhundert auf dem Thron saß, war der sicherste Weg, die unwissende und blinde Loyalität zu schwächen, der die Völker oft ihre theuersten Interessen geopfert haben. So war der Charakter des Königs schon aus diesem Gesichtspunkte allein dem Aufschwung der Volksfreiheit äußerst günstig."

Es bestätigt dies, was wir oben angedeutet haben, daß auch in der Entwickelungsgeschichte der Menschheit gilt, was Goethe von der Natur überhaupt sagt: „Man gehorcht ihren Gesetzen, wenn man ihnen widerstrebt; man wirkt mit ihr, auch wenn man gegen sie wirken will."

War doch schon Napoleon I. weise genug zu erklären: „Ich habe nie ein Ereigniß machen können."

Es ist eben alles nur ein „Werden", und sicher nicht Staatsweisheit, das Werdende zu meistern und zu schelten, ihm die Wege vorschreiben, die es gehen, oder Halt gebieten wollen, wenn es früher da ist, als die eigene kleine Weisheit sich träumen ließ. Das Werdende und sein Gesetz zu erkennen und es zu erfüllen — das ist die Aufgabe.

Die Geschichte läßt sich nun einmal nicht commandiren. Keinem Programm, keinem Parolebefehl, keiner doctrinären Schablone folgend, schreitet sie über jene fort, deren Ueberhebung sich den ewigen Gesetzen

Was sie uns lehrt, hat uns neuerdings C. Nägeli („Die Bewegung im Pflanzenreich") anschaulich vor Augen geführt. „Im Pflanzenreiche", so schließt er seine Betrachtungen, „sammeln sich immer viele elementare Bewegungen zu einheitlichen Wirkungen; diese verbinden sich wieder zu höhern Einheiten, und die letztern werden zu Bausteinen für noch vollkommenere Bildungen. So besteht alle Organisation in der Natur in einer Vereinigung von individuellen Theilen zu einem größern Ganzen, ohne daß deswegen die Eigenthümlichkeit des Theils und des Theils vom Theile aufgehoben wird. So ist jede Vervollkommnung und jeder Fortschritt ein Zusammentreten von individuellen Bestrebungen zu einer höhern Einheit, ohne daß die freie Bewegung der Theile innerhalb gewisser Grenzen gehemmt ist. Sollte es im Staat- und Staatenverbande, und, fügen wir hinzu, im Erd- und Weltorganismus anders sein?"

Gewiß nicht.

---

der Entwickelung überordnen will, die in ihrer Kurzsichtigkeit nicht zu erkennen vermögen, daß es schließlich doch immer die Ideen sind, welche die Welt beherrschen, und daß sich diese, dem allwaltenden Gesetz gehorsam, mit unerbittlicher Nothwendigkeit Bahn brechen müssen, wenn man verschmäht, „dem Strom sein Bett zu graben".

„Es ist die Gewalt der Dinge, die dies will", sagte eben jener Napoleon; und es ist Verblendung zu wähnen, man sei stärker als sie, man dürfe sich nicht drängen lassen.

Die Geschichte Englands, so hat es der Gefangene von Ham abgelesen von ihren Blättern, ruft den Königen mit lauter Stimme zu:

„Schreitet an der Spitze der Ideen eures Jahrhunderts, und diese Ideen werden euch folgen und unterstützen! Schreitet in ihrem Gefolge, und sie ziehen euch nach sich! Schreitet gegen sie, und sie stürzen euch!"

Indeß, „wir lernen", wie Hegel sagt, „aus der Geschichte nur, daß die Menschen nichts aus ihr lernen"; und schon die nächste Zukunft wird uns zeigen, welcher von jenen Alternativen auch der „Parvenu" trotz seines Studiums der englischen Geschichte verfallen wird.

In gleicher Weise vielmehr fügt sich auch in dem Gesammtleben der Natur aus allem Einzelnen im organischen Entwickelungsproceß das Ganze zusammen.

Wie aber soll es nun gelingen, eine Gesammtanschauung desselben zu gewinnen; wo sollen wir anheben, wo einsetzen in diesem

. . . . Weber=Meisterstück,
Wo Ein Tritt tausend Fäden regt,
Die Schifflein herüber, hinüberschießen,
Die Fäden ungesehen fließen,
Ein Schlag tausend Verbindungen schlägt?

Wäre die Menschheit bereits vorgedrungen zu jenem letzten Ziele alles Wissens; hätte sie das höchste Gesetz bereits erkannt, unter welchem Natur und Geschichte stehen, dann läge vor uns enthüllt, was alles Wirkliche als eine nothwendige Kette bedingt.

Die Speculation hat es gewagt, dieses Ziel mit einem Sprunge erreichen zu wollen und sich hinaufzuschwingen auf jenen höchsten Gipfel, welchen die Menschheit erst auf noch ungeahnten Staffeln der Entwickelung am Endziele ihres Bildungsganges zu erreichen bestimmt scheint. Mit der Kraft des reinen Denkens hat sie gewähnt, die Welt der Erscheinungen bezwingen zu können, wie wenn die Philosophie mehr als φιλοσοφία, wie wenn sie die σοφία selbst wäre.

Es geschah was geschehen mußte. Der Entwickelung läßt sich nun einmal nicht vorgreifen. Alle jene auch noch so tiefsinnigen speculativen Systeme sind wie Spreu vor dem Winde zerstoben.

Alle diese Blüten mußten fallen,
Eines zu bereichern unter allen,
Mußte der Systeme Welt vergehen.

Vor dem Systeme der Natur selbst, wie es die Erfahrungswissenschaften begonnen haben zu enthüllen, mußten

alle jene Systeme reiner Speculation für immer dahinsinken.

> Zwei Philosophen bin ich auf der Spur,
> Ich horchte zu, es hieß: Natur! Natur!
> (Faust, Thl. 2.)
> . . . . Und
> Aus dem Ausland künstlicher Systeme
> Kehrt nun der Flüchtling zur Natur zurück,

erkennt jetzt die Philosophie, daß sie abgetrennt von den Erfahrungswissenschaften **nichts** ist, mit ihnen **alles**; wie diese anfangen zu erkennen, daß sie nur durch die Philosophie etwas, ohne sie todtes Hauswerk sind.

Die oft nur allzukühnen Theorien und Philosopheme, zu welchen die einzelnen Erfahrungswissenschaften in den letzten Decennien gelangt sind, lassen einerseits deutlich erkennen, wie diese allmählich vom Geiste der Philosophie durchdrungen werden, wenn auch die ersten derartigen Versuche, insofern sie vom einseitig fachwissenschaftlichen Standpunkt ausgehen, nicht selten vielleicht weiter von der Wirklichkeit abführen als die abstractesten Ideen der rein speculativen Philosophie, und mit dem blendenden Scheine fachwissenschaftlicher Autorität umgeben, der unbefangenen Auffassung vom Standpunkt des Ganzen aus oft mehr entgegenstehen als alle aprioristischen Speculationen.

Andererseits sehen wir in neuester Zeit die Philosophie bestrebt, die neuern Ergebnisse der Erfahrungswissenschaften in sich aufzunehmen, sie alle zu einem Erkenntnißkreise, zu einer Einheit, zu einem Ganzen zusammenzufassen, obgleich wir mit dem „Kosmos" noch immer darauf harren, „daß man uns die Natur nach der Vernunft auslege".

So beginnt nunmehr die Philosophie aufzugehen in der Erfahrung, nachdem sie lange Zeit hindurch ihre Kräfte anscheinend in nichtigen Geisteskämpfen verschwendet hatte. Doch ihr Mühen war nicht umsonst; denn in der Natur ist

nichts umsonst und auch in der Entwickelung des Menschheitslebens greift alles ineinander. Jenes Streben der Speculation hat die Kraft des Menschengeistes geübt *), ihn

*) Sollte hierin nicht ein Fortschritt der natürlichen Fähigkeit zu erkennen sein, von welchem Buckle nichts wissen will?

Sind auch die Untersuchungen über die Schädel, die Blumenbach begonnen und Morton fortgeführt hat, noch nicht in einem umfassenderen Grade als bisher vollendet, so glauben wir doch keineswegs, daß, wie Buckle meint, jene Frage bis dahin unerledigt bleiben müsse, weil die Entscheidung nicht von jenen Untersuchungen, sondern von den Thatsachen abhängt, welche uns die Entwickelungsgeschichte des menschlichen Geistes darbietet. Auf diese gestützt, sind daher deutsche Denker über jenen innerlichen Fortschritt der Denkkraft schon längst nicht mehr im Zweifel. So schreibt schon Forster an Sömmering: „Im Cirkel menschlicher Begriffe lag es, daß unsere Gattung sich einmal mit speculativen Ideen herumtummeln mußte, und zur Entwickelung der Denkkraft hat es freilich genug beigetragen, mithin zur Vervollkommnung des Menschen, insofern jede Uebung des Geistes dahin abzweckt."

Eine solche Entwickelung der Denkkraft ist doch aber sicher ein Fortschritt in natürlicher Fähigkeit, und nicht blos, wie Buckle will, äußerer Vorzüge und Vortheile. Wie er zu diesen äußern Umständen die Wissenschaft und überhaupt die ganze geistige Atmosphäre rechnen kann, ist schwer zu verstehen; außerdem aber lehrt die tägliche Erfahrung, daß selbst diese es nicht thut, daß nicht wenige in einer der höchsten Entwickelungsstufe entsprechenden geistigen Atmosphäre leben, ohne von dieser irgendwie angesteckt zu werden. Also selbst derartige „äußere" Umstände erklären für sich allein nicht, was Buckle mit ihnen erklären will.

„Die Geistesarbeit", sagt Alexander v. Humboldt, „zeigt sich in ihrer erhabensten Größe da, wo sie, statt äußerer materieller Mittel zu bedürfen, ihren Glanz allein von dem erhält, was der mathematischen Gedankenentwickelung der reinen Abstraction entquillt. Wenige Namen können genügen, um an die Riesenschritte zu erinnern, welche der menschliche Geist vorzugsweise in Entwickelung mathematischer Gedanken, durch eigene innere Kraft, nicht durch äußere Begebenheiten angeregt (wol zu viel gesagt; mitgewirkt haben sie sicher), im Laufe des 17. Jahrhunderts gemacht hat. Die Gesetze des Falls der Körper, und der Planetenbewegung werden erkannt. Der Druck der Luft, die Fortpflanzung des Lichts, seine Brechung und Polarisation werden erforscht. Die mathe-

gestählt zu ernstem Ringen, und die Denkkraft auf eine Höhe gehoben, auf welcher sie fähig ist, die durch die Erfahrungswissenschaften bloßgelegte Welt der Erscheinungen mit ihrem Verständniß zu durchdringen, die Einzelheiten des zu Tage geförderten Materials synthetisch zu umfassen, das Band zu finden, welches die Thatsachen verknüpft, die wir ja noch nirgends bis zu den letzten Enden zu verfolgen vermögen, und sich so auf dem Boden des Erkannten zur höchsten der gegenwärtigen Entwickelungsstufe entsprechenden Höhe der Speculation zu erheben; dabei allerdings, wie Büchner mit Recht anerkennt, den Thatsachen vielfach vorauseilend

---

matische Naturlehre wird geschaffen und auf feste Grundpfeiler gestützt. Die Erfindung der Infinitesimalrechnung bezeichnet den Schluß des Jahrhunderts; und dadurch erstarkt, hat die menschliche Intelligenz sich in den folgenden 150 Jahren mit Glück an die Lösung von Problemen wagen können, welche die Störungen der Weltkörper, die Polarisation und Interferenz der Lichtwellen, die strahlende Wärme, die elektromagnetischen, in sich zurückkehrenden Ströme, die schwingenden Seiten und Flächen, die Capillaranziehung enger Röhren, und so viele andere Naturerscheinungen darbieten."

Und in dem allen sollte sich nicht ein Fortschritt innerer Kraft erkennnen lassen? Was bei dem einzelnen Individuum unbezweifelbar ist, der Fortschritt der Denkkraft mit der fortschreitenden Uebung des Geistes, das sollte vom Menschheitsganzen nicht gelten? Auf die Untersuchung der Schädel sollten wir warten müssen, bevor wir anerkennen dürfen, was uns die Thatsachen der Geschichte lehren.

Erfahrung und Beobachtung in Ehren; aber darum dürfen wir uns doch nicht denen beigesellen, von denen Plato im „Theätet" sagt: „Sie glauben, daß nichts anderes sei als was sie mit Händen greifen können."

Vermögen wir nicht in der speculativen Geistesphilosophie und in der höhern Mathematik einen solchen Fortschritt innerer Kraft zu erkennen, dann freilich werden wir darauf verzichten müssen, ihn zu finden, denn die Schädel werden ihn uns nicht offenbaren, zumal noch gar nicht feststeht, wo und wie die Geistesarbeit zu Stande kommt; wenigstens sind Physiologen und Psychologen hierüber nichts weniger als schon im Reinen.

und die Wege andeutend, auf denen die Forschung vorwärts zu gehen hat. Denn wollten wir warten, bis uns das Mikroskop und Teleskop unmittelbar den Schöpfungsplan enthüllt haben, so würden wir ewig warten können. Das im Realen enthaltene Ideale vom unendlich Kleinsten bis zum Größten hin, kein Fernrohr und Mikroskop, kein Secirmesser und keine Retorte vermag den lebendigen Hauch wiederzugeben, der über dem Ganzen liegt, der alles Einzelne durchdringt; vermag Ursache und Zusammenhang aller jener Kräfte zu enträthseln, die „harmonisch all' das All durchklingen".

Darum muß auch Beobachtung und Erfahrung aufgehen in der Philosophie, wie diese in den Erfahrungswissenschaften; nicht um in ihnen unterzugehen, sondern um sie mit ihrem belebenden Hauche zu durchdringen, sie alle wieder zu einem harmonischen Ganzen zu vereinen, und mit ihnen als das Herz und die Seele der Einen Wissenschaft den kühnen Eroberungszug fortzusetzen in die Höhen und in die Tiefen der Erscheinungswelt, soweit dies überhaupt vergönnt sein wird — dem Sohne der Erde.

So wird sie werden was sie sein soll: der Spiegel des Reflector (des menschlichen Bewußtseins), der die physische und geistige Erscheinungswelt in harmonischer Totalauffassung als ein Gesammtgemälde wiederstrahlt. Ihre Aufgabe wird gelöst sein, „wenn sie die Vielheit der Erscheinungen in der Einheit des Gedankens, in der Form eines rein rationalen Zusammenhangs zu umfassen im Stande sein wird".

Ist nun auch die vollständige Lösung dieser Aufgabe überhaupt erst möglich, wenn es der Menschheit je gelingt, nicht blos die Gesammtheit der Erscheinungen durch Auffinden alles Einzelnen vollständig in sich aufzunehmen, sondern auch in ihrer vollen Totalität zu überschauen, und muß daher bei der Geringfügigkeit des bisher Erkannten das Auffinden

der Einheit schon deshalb für jetzt noch unvollständig bleiben, so hat uns doch jenes großes leuchtende Meteor, der „Kosmos“, bereits die Zuversicht gewinnen lassen, daß jenes Ziel nicht unerreichbar ist.

Hat doch schon dieses „Gemälde der Welt“, wie es bisher noch keine Zeit geschaut hatte, vor unsern staunenden Blicken den Zusammenhang alles Seins enthüllt, das durch die Fachwissenschaften Getrennte, Zerrissene, Getheilte zu lebensvoller Einheit wieder zusammengefügt und uns die Natur als ein durch innere Kräfte gesetzmäßig belebtes und bewegtes Ganze erfassen gelehrt, und hiermit den Grund gelegt für die Philosophie der Zukunft.

Wäre auch richtig, womit Gans das System seines Meisters gegen die Einzelanfechtungen sicher stellen wollte: „Ein System kann immer nur durch ein System gestürzt werden“; oder wie schon Jean Paul sagte: „Ein System fällt nicht durch Angriffe auf dasselbe, sondern durch ein neues, das sich kühn daneben erhebt“; der „Kosmos“ hat die That vollbracht, hat nicht blos dieses, hat alle jene speculativen Systeme für immer gestürzt und das einzig mögliche System in seine Rechte wieder eingesetzt, das der Natur selbst.

Mit ihm ist uns denn auch der Weg gezeigt, auf welchem wir versuchen dürfen, Herr zu werden der Fülle der Erscheinungen, indem wir sie gruppenweise zusammenfassen, sowie sie in der Natur als zu einem Ganzen gehörig sich darstellen, und diese kleinern (als individuelle Ganze erscheinende) Gruppen einreihen den größern, mit welchen sie als durch das Naturgesetz verbunden, sich haben erkennen lassen.

Auf diesem Wege sind wir oben dahin gelangt, die Geschichte der Menschheit als einen Theil der Erdgeschichte und diese wiederum als einen Theil der Weltgeschichte zu erkennen.

Wo auch sonst wir nun hineingreifen möchten in die daseiende, in die gewordene Welt; mit welchem Einzeldinge wir auch immer beginnen möchten: überall erkennen wir es als Theil eines Organismus, der wieder als Organ einem höhern eingegliedert erscheint. Allüberall führen so die Ströme des Einzellebens zuletzt in den unermeßlichen Ocean des Weltlebens, in welchem sich ihr Ursprung und ihre Mündung entdecken läßt; ähnlich wie alle Bäche, Flüsse und Ströme des Erdenrundes. Aus dem Ocean entspringen, in den Ocean münden sie. In Dunstform verwandelt durch die mütterliche Sonnenkraft, emporgehoben durch das großartig einfache und doch so wunderbar complicirte Pumpwerk der Atmosphäre, steigen die Wasser des Meeres auf zum Wolkenring. In diesem hinübergetragen nach dem Festlande, dringen sie dort als Regen, Schnee, Hagel, Thau zur Erde niederfallend, ein in deren Schos, um ihm als Quellen der Bäche und Ströme wieder zu entsteigen, und in ewigem Kreislauf zurückzukehren, woher sie gekommen: zum Ocean. „An den Ort, da die Wasser herfließen, fließen sie wieder hin.“

So auch alle Ströme des Lebens, welche dem Ocean des Weltlebens entsprossen, ihre Aufgabe erfüllen, indem sie wiederum in ihm aufgehen, und eben hierdurch seinen Fortbestand nicht minder sichern, wie durch jenen andern Kreislauf der Gewässer der Bestand unserer Meere gesichert ist.

7.

Gang der Darstellung.

Mit dem Universum also, soweit es die Forschung menschlicher Erkenntniß bisher erschlossen hat, gewinnen wir den uns erreichbaren sichern Hintergrund, von dem sich alles Einzelne abhebt, und zugleich den Rahmen, welchen die weitere Darstellung dann auszufüllen hat, um so auf diesem Grundrisse das Gebäude der heutigen Weltanschauung aufzurichten.

Mit ihm also, d. h. mit einem Bilde des durchforschten Raumes, wie es die Wissenschaft der Gegenwart als Endproduct der bisherigen Erkenntniß gewonnen hat, nicht aber mit jenen Schöpfungsmythen und Welt-Entstehungsphantasien, welche als Producte des Glaubens und der Speculation Theile bilden der Entwickelungsgeschichte des menschlichen Geistes, mit einem Weltgemälde vielmehr, wie es dem heutigen „Wissen" entspricht, haben wir den für jetzt erreichbaren Ausgangspunkt gewonnen für die Geschichte der Menschheit nicht minder, wie für alles Uebrige, um — dem Gange der Natur und dem Worte des Stagiriten*) gemäß —

---

*) Die Worte des Aristoteles in der „Physik" (Bd. 1, Kap. 1), auf welche Carus („Natur und Idee") hinweist, lauten:

„Es geht aber unser Weg von dem, was uns verständlicher ist und

nach dem leuchtenden Vorbilde des „Kosmos“ vom Allgemeinen fortzuschreiten zum Besondern von dem, „was die Himmelsräume erfüllt“, zu dem „luft- und meerumflossenen Erdsphäroid“, zu der „Lebensfülle, die sich auf ihm entfaltet“, und endlich „zu dem höchsten dieser einzelnen irdischen Lebenskreise, „zu dem vielfach gestalteten, mit schaffender Geisteskraft begabten, Sprache erzeugenden Menschengeschlecht“.

Diesem Gange folgend, nehmen wir die daseiende, die gewordene Welt als das Gegebene, Gewisse, von dem wir auszugehen haben. Ihr Sein und Wesen muß zuerst erkannt sein, bevor man überhaupt daran denken darf, zum letzten Grunde alles Seins, zum Urgrund des Alls vorzuschreiten, und der Erkenntniß dessen näher und näher zu kommen, wovon uns jetzt nur der Glaube Kunde gibt.

Wir beginnen daher nicht mit dem, was Glaube und Speculation über den Uranfang der Welt gedacht und gewähnt haben, sondern mit der Darstellung der gegebenen Erscheinungswelt soweit die Forschung sie bisher erschlossen hat; und zwar mit dem „concreten“ Allgemeinen, als dem Ganzen, dem alles Einzelne eingegliedert ist, weil ohne dessen vorläufige Anschauung ein Verständniß seiner Theile und ihrer Beziehungen zum Ganzen nicht möglich scheint,

---

deutlicher, nach dem von Natur Deutlichern und Verständlichern. Denn nicht dasselbige ist für uns verständlich und an sich. Darum ist es nothwendig, auf diese Art fortzuführen von dem, was von Natur undeutlicher, uns aber deutlicher ist, zu dem von Natur Deutlichern und Verständlichern. Nun ist uns zuerst klar und deutlich das mehr Zusammengesetzte; nachher werden aus diesem verständlich die Anfänge und das Grundwesen, durch Zerlegung von jenem. Deshalb muß man von dem Allgemeinen zu dem Besondern fortgehen. Denn das Ganze ist für den Sinn verständlicher; das Allgemeine ist aber eine Art von Ganzem, denn es enthält dieses Allgemeine ein Vieles als Theile.“

wenn sich auch andererseits das Verständniß des Ganzen selbst schließlich wiederum erst durch die genauere Erkenntniß des Einzelnen mehr und mehr enthüllen wird. Es greift eben alles ineinander.

Willst Du ins Unendliche schreiten,
Geh nur im Endlichen nach allen Seiten;
Willst Du Dich am Ganzen erquicken,
So mußt Du das Ganze im Kleinsten erblicken!
(Goethe.)

Demgemäß muß den Anfang bilden *):

*) Soll nicht alles in allem verschwimmen, so sind solche Gruppirungen nach der von der Natur selbst gegebenen Zusammengehörigkeit unumgänglich. „Denn ist das ganze Dasein ein ewiges Trennen und Verbinden, so folgt auch, daß die Menschen im Betrachten des ungeheuern Zustandes bald trennen, bald verbinden müssen." (Goethe.) Lineare Abgrenzungen lassen sich freilich wegen des Gesammtzusammenhangs alles Einzelnen nirgends ziehen, „denn mathematische Linien als Begrenzungen", sagt Ritter treffend, „finden sich nirgends in der Physik, nirgends in der Natur und Geschichte, wo statt der Scheidungen überall ebenso Zusammenhang hervortritt, und mit diesem allseitige Wechselwirkung."

Durch die ineinander greifenden Klammern haben wir andeuten wollen, daß, was die Fachwissenschaften trennen, sich in der Natur netzartig zu einem Ganzen verwebt.

Den organischen Zusammenhang desselben, „das Dasein eines gemeinsamen Bandes, welches die ganze Körperwelt umschlingt, das Walten ewiger Gesetze und den ursächlichen Zusammenhang ganzer Gruppen von Erscheinungen mehr und mehr zu erkennen": das ist die unabweisbare Aufgabe, welche „seit den Thaten des Einen in der Mitte von Vielen" unserer Gegenwart gestellt ist.

Von den uralten Ahnungen des Heraklit, der zuerst die absolute Lebendigkeit der Natur, den unablässigen Wechsel der Stoffe, die Veränderlichkeit und Vergänglichkeit alles Einzelnen, und ihr gegenüber die unveränderliche Gleichmäßigkeit der allgemeinen Verhältnisse, den Gedanken eines unbedingten, den ganzen Naturlauf beherrschenden, vernünftigen Gesetzes mit Nachdruck geltend gemacht — bis hin zum „Kosmos", welch ungeheuerer Fortschritt im „Wissen und Erkennen", und wie winzig dennoch das Erreichte, wie unendlich fern noch das letzte Ziel, auf das wir mehrfach hingedeutet haben!

Die große Errungenschaft unserer Zeit, der Stolz der neuern Wissen-

Astronomie.

I. das Weltsystem, das wir zunächst im allgemeinen Umrisse so darzustellen versuchen werden, wie es sich der heutigen Weltanschauung darbietet, um die Beziehung verstehen zu können, in welcher zu ihm steht

II. das Erdsystem,

1. als Glied des Planetensystems der Sonne, zugleich aber wieder

Geologie.

2. als ein in sich bestehendes System, als der individuelle Erdorganismus, den uns offenbart

   a. die Entstehungsgeschichte, das organische Werden des Erdganzen, d. i. die Periode seiner embryonalen Entwickelung, die in Wechselbeziehung stehende Bildungsgeschichte aller seiner Theile bis hin zum Erscheinen des Menschen;

Physik der Erde und physische Geographie.

   b. das Gesammtleben des Gewordenen (des mit dem Erscheinen des Menschen seinem Typus nach vollendeten Organismus des Erdganzen), wie es durch das Ineinandergreifen aller seiner Theile und Glieder, durch die Wechselwirkung aller einzelnen Kraftäußerungen, die wir an ihm wahrnehmen, der physischen, chemischen, vitalen und geistigen, als ebenso vieler Functionen dieses Gesammtlebens zu Stande kommt und die „innere Organisation", die „herrschende Idee" erahnen läßt, welche das Ganze belebend durchdringt.

---

schaft, das Gesetz der Wechselwirkung der Naturkräfte, der Umsetzung, der Aequivalenz, der Erhaltung der Kraft wird uns diesem Ziele näher bringen, und wie einst das Gesetz der Schwere, von der Erde auf den Himmel übertragen, uns die „Mechanik des Himmels" geschaffen hat, so wird dieses Gesetz ihm dahin folgen und jene „Mechanik" in einen „lebensvollen Organismus" verwandeln, nachdem es hier auf Erden als ausnahmslos geltend erkannt, mit seiner Hülfe die Einheit von Natur und Geist enthüllt, der „eigenlebige Organismus" des Erdganzen enträthselt sein wird.

Vom Standpunkte dieser Gesammtanschauung des gegenwärtigen Erdorganismus aus wird dann zunächst dasjenige vermuthend zu ergänzen sein, was in der Entstehungsgeschichte desselben als noch nicht erschlossen übergangen werden mußte, oder nur angedeutet werden konnte; und nachdem so mit der Geschichte der Erde der Schlüssel zum Himmel gewonnen ist, rückblickend versucht werden dürfen, das Bild des Weltsystems durch das zu vervollständigen, was jetzt, nachdem das Gesammtleben der Erde zugleich mit jenen Fäden vor uns liegt, welche das Erdenleben mit dem solaren und kosmischen verknüpfen, was nun erst im rechten Lichte erscheint und hier erst zur möglichst vollständigen Anschauung zu bringen ist.

Hier also wird dann auch dasjenige aus der astronomischen Wissenschaft zur Ergänzung des im Eingange nur im Umrisse gezeichneten Weltgemäldes nachzuholen sein, was in Verbindung mit dem in der Erdentwickelung Erkannten uns tiefere Einblicke gewährt in die „Mechanik des Himmels" und uns diese erkennen läßt als den Organismus des Universums.

Erst in solcher Gesammtanschauung wird nun zum rechten Verständniß kommen

c. die weitere Entwickelungsgeschichte des Erdorganismus, dessen Entstehungsgeschichte (seine embryonale Periode) mit dem Erscheinen des Menschen beendet ist, und der nunmehr beginnt sein Seelenleben vollständig zur Entfaltung zu bringen in der

im weitesten Sinne des Worts, mit Einschluß der Ethnographie und Anthropologie.

Geschichte der Menschheit.

An diese also wird sich von nun an die weitere Entwickelungsgeschichte des Erdorganismus anreihen, die Ge-

schichte der Menschheit daher jene mit umfassen müssen, wie wir ja auch unter der Lebensgeschichte eines einzelnen Menschen nicht blos seine körperliche Entwickelung, sondern vornehmlich seine geistige verstehen, und diese Wechselwirkung physischen und geistigen Lebens als ein Ganzes im Auge haben, wenn wir vom Leben des Einzelnen und seiner Geschichte sprechen. In gleicher Weise also dürfen wir auch die Gesammtentwickelung des Erdorganismus vom Erscheinen des Menschen an „die Geschichte der Menschheit" nennen, welche dann selbstverständlich alle Beziehungen der Menschheit zu ihrem Körper Erde und die ungeheuere Mannichfaltigkeit seiner Wechselwirkung auf jene mit umfaßt, während diese Benennung zugleich dem nunmehr als ein Hauptfactor der weitern Entwickelung erscheinenden geistigen Element die gebührende Rechnung trägt.

Treten wir so vorbereitet heran an den Vorhang der Geschichte, so muß es möglich werden, das Menschenleben und seine Entwickelungsgeschichte im Zusammenhang mit der gesammten Natur tiefer und tiefer zu erfassen und seine Beziehungen zum Erd- und Weltganzen mehr und mehr zu verstehen, indem wir nunmehr in der Geschichte der Menschheit den innern Antrieben, den geistigen Kräften nachforschen, welche neben allen jenen äußern Einflüssen sich in den psychischen Erscheinungen kundgeben, in dem, was aus der eigensten Natur des Menschengeistes hervorgeht, und sich in der sittlichen und intellectuellen Entwickelung der Menschheit offenbart; wenn wir zu erahnen suchen, wie aus den gegenseitigen Beziehungen beider, aus der Wechselwirkung des physischen und geistigen Gesammtlebens von Erde und Menschheit, durch die höhere Ordnung des planetarischen Organismus bestimmt, sich die Entwickelung der Menschheitsgeschichte vollzieht, und, die Einheit offenbarend von Natur

und Geist *), sich darstellt als die Entwickelungsgeschichte des Erdganzen, um mit diesem, ein einzelner Ring seiner unendlichen Wesenkette, sich einzureihen dem alles verschlingenden

*) Auch diese höchste aller Fragen sollte hier nur angeregt und die Stellung angedeutet werden, die wir zu ihr einnehmen. Sie entspricht etwa dem Standpunkte, von welchem aus C. Snell in der Streitfrage des Materialismus bemerkt:

„Es ist nicht genug, die Organismen zu betrachten, wie sie auf gewöhnlichem Wege der Fortpflanzung und Zeugung entstehend aus angeborener Anlage in unbewußten Trieben sich entwickeln. Diese festgewordenen Gattungen der lebendigen Naturwesen sind ja selbst weder von Ewigkeit her, noch durch einen dem regelmäßigen Naturverlauf ganz fremden Act plötzlich in die Welt gesetzt, sondern das Resultat oder Product einer allmählichen Entwickelung. Was jetzt als fertig mitgegebene, unbewußt schaffende und bildende Anlage erscheint, ist selbst Product einer langen, vorausgehenden innern Arbeit. Auf diese primäre und im steten Rapport mit dem höhern Naturganzen sich vollziehende Entwickelung der Organisationen müßte offenbar zurückgegangen werden, um wahrhaft einzusehen, wie Geistiges in Leibliches sich hineinarbeitet und andererseits aus demselben wieder hervorwächst. Wenn nun hiernach, wie wol nicht zu leugnen, das materialistische Problem genauer betrachtet, selbst bis in die Tiefe der organischen Schöpfung zurückführt, so haben wir kein Recht, vom Standpunkt einer kaum über das Nächste und Aeußerlichste hinausgehenden Naturwissenschaft weder nach Art der Materialisten das geistige und ethische Leben herunterzuziehen und in das Gebiet einer thörichten Illusion zu verweisen, noch nach Art der Dualisten, um das ethische Leben zu retten, die Aufgabe der Wissenschaft herunterzuziehen und jede tiefere Ahnung als träumerische Phantasterei zu bespötteln. Man wird aber auch eine Analogie, nach welcher der Gegensatz der innern und äußern Thätigkeiten der unorganischen Naturdinge auf den Gegensatz von Leib und Seele übertragen wird, und welche wenigstens die Möglichkeit eines realen Causalzusammenhangs zwischen Geistigem und Leiblichem einleuchtend macht, vorläufig gelten lassen können als genügend, um die Ueberzeugung von dem innern wesenhaften Zusammenhang des gesammten in Natur und Geist sich entfaltenden Lebens zu befestigen, und demgemäß die Aufgabe und das Ideal der Wissenschaft zu erfassen."

Mehr als ein halbes Jahrhundert ist verflossen, als Schiller den

Kreis des Weltlebens und so ihre Aufgabe zu erfüllen als Organ im Organismus des Universums.

Naturforschern und Transscendental-Philosophen zurief:

— — — Noch kommt das Bündniß zu frühe;
Wenn Ihr im Suchen Euch trennt, wird erst die Wahrheit erkannt.

Sollte es auch heute noch, wo das Bewußtsein der Einheit von Natur und Geist, das Princip des Einklanges ihrer beiderseitigen Gesetze durch alle' Poren der Gesellschaft mit der Luft, die wir athmen, geströmt ist, sollte jenes Bündniß auch heute noch zu früh kommen?

8.

Die endliche Lösung der Aufgabe der Menschheitsgeschichte ist Sache der Gesammtheit.

„Doch nicht die Sache des einzelnen Menschen ist es, eine solche Aufgabe zu lösen, zu deren Ergründung mehr oder weniger jeder tiefere Mensch durch sein Leben selbst seinen Beitrag für das Wohl des nachfolgenden Geschlechts abgibt."

Was so nur eben noch dem Geiste eines Ritter unausführbar schien, das jetzt schon für möglich halten (denn daß es dereinst gelingen, daß sich wol einmal noch der Widerstreit tausendfältig zerspaltener Naturkräfte lösen, der ihre Einheit für unsern Blick einstweilen verhüllende Nebel schwinden, und diese Einheit in den Gesichtskreis menschlicher Weisheit treten werde, war auch seine Ueberzeugung), dies aber jetzt schon für erreichbar halten: in der That, es hieße das Vermögen der Gegenwart und die bisherige Erkenntniß überschätzen, um wie viel näher wir auch diesem Ziele durch alle jene großen Forscher selbst gekommen sein mögen.

Am allerwenigsten konnte der Verfasser daran denken wollen, einen solchen Versuch zu wagen im klaren Bewußtsein der Unzulänglichkeit seiner Kräfte, die er überdies, durch

Pflichten an eine besondere Berufsthätigkeit gefesselt, nur theilweise einzusetzen im Stande war.

Lediglich ein inneres Bedürfniß war es, welches ihn trieb, zu versuchen, ob es vielleicht gelingen möchte, aus der Fülle der Einzelforschungen das Rechte wählend, ein Gesammtbild zu gewinnen, das den Ideen und Anschauungen Leben und Klarheit gebe, welche eigenes Sinnen und Denken, welche das Ringen der Gegenwart in ihm wachgerufen hatte.

Aus den Stürmen der Zeit hatte es ihm nicht entgegengetönt, wie einst Deutschlands großem Sohne beim Antritt unsers Jahrhunderts:

In des Herzens heilig stille Räume
Mußt Du fliehen aus des Lebens Drang!
Freiheit ist nur in dem Reich der Träume,
Und das Schöne blüht nur im Gesang.

Anders klang, was ihm die Norne sprach:

In der Zeiten kampferfüllte Räume
Mußt Du folgen innrer Stimme Drang!
Was auch immer ihrem Schos entkeime
Leben kündet's und Entwicklungsgang.
Ob dunkel auch das Wirrniß der Erscheinung,
Das All gehorchet dem Gesetz der Einung.

Dieser Mahnung folgend, umschauen nach allen Seiten, aufnehmen alles in den innersten Sinn, besiegen einzelner Gefühle Gewalt, daß nicht die Thräne sei es der Freude, sei es des Kummers, das Auge der Seele trübe und verdunkele seine Bilder; in allem aber, in Leben und Wissenschaft, Staat und Religion durch keine Einzelerscheinung in Zeit und Raum beirrt, unerschütterlich fest den Blick gerichtet auf das große Ganze, mit und in welchem alles Einzelne erst zum Verständniß kommt: so „trägst du den Sieger in der Brust".

Wenn Du das große Spiel der Welt gesehen,
So kehrst Du reicher in Dich selbst zurück;

Denn wer den Sinn aufs Ganze hält gerichtet,
Dem ist der Streit in seiner Brust geschlichtet.
(Schiller.)

In diesem Sinne hat der Verfasser mitgelebt und mitgerungen, und hofft es auch ferner noch. Doch eingedenk des „vitae summa brevis spem nos vetat inchoare longam", war es ihm Bedürfniß, sich zurecht zu legen und zu ordnen, was ihn bisher jenes Umschauen hatte ahnen lassen von dem Gedankengange der Geschichte.

Demgemäß mit der ältesten historischen Zeit beginnend und versuchend, die zerstreuten Glieder der Menschheit, welche, Jahrtausende hindurch von den Wassern der Flut bedeckt, erst durch die großen Forscher unserer Zeit der Geschichte zurückgewonnen sind, zu einem Gesammtbilde zu vereinen, mußte sich ihm sofort das Gefühl aufdrängen, daß dieses Bild, ja daß die ganze Menschheitsgeschichte in der Luft schwebt, ohne den Rahmen des Weltganzen, von dem sie getragen wird.

Somit wurde es für den Verfasser eine Nothwendigkeit, so schwach auch immer seine Kräfte sein mochten, seiner selbst wegen zu streben, diesen Rahmen zu gewinnen, in welchen eingefügt die Geschichte der Menschheit erst Halt und Verständniß gewinnt.

Von diesem Standpunkte aus hofft er, wird man es ihm nicht zum Vorwurfe machen, daß er sich an ein Suchen dessen gewagt, was zu finden Aufgabe der Gesammtheit, nur von dieser „als die edelste Frucht der menschlichen Cultur, als das Streben nach dem höchsten Gipfel, welchen die Vervollkommnung und Ausbildung der Intelligenz erreichen kann", erst im Fortschritte des Entwickelungsganges dereinst vielleicht zu gewinnen ist: „die Einsicht in den Zusammenhang der lebendigen Kräfte des Weltalls". („Kosmos.")

Wäre zu einem solchen Suchen nur der berechtigt, der

sich Meister fühlt in allen Wissenschaften, die bei diesem Wagniß betheiligt sind, und das sind sie alle *), es dürfte niemals unternommen werden; denn keines Menschen Leben und Kraft wird jemals ausreichen, sie alle zu beherrschen, ganz abgesehen davon, daß die Kenntniß des gesammten Einzelnen, wenn auch die allein sichere Grundlage der Gesammtanschauung, doch noch weit entfernt ist, diese selbst zu sein. „Auch die umfassendsten Kenntnisse der Erscheinungswelt, der physischen wie der geistigen, bleiben eine ungeordnete Masse, eine rudis indigestaque moles, ohne die combinirende Thätigkeit des Denkens, welche sie erst zu einem in sich zusammenhängenden Erkenntnißkreise verarbeitet." **) (Röth.)

*) Wie die Welt mit allen ihren Erscheinungen ein Ganzes ist und nichts in ihr wahrhaft verstanden werden kann, wenn es nicht in Bezug auf diese Einheit erfaßt wird, so muß auch die Wissenschaft „die Anschauung dieser Welt" eine große Einheit sein, und keine Disciplin, will sie anders wirklich Wissenschaft sein, darf eine andere ignoriren oder gar ausschließen.

**) Die Ende 1862 anonym erschienene Schrift „Isis" unterscheidet diese beiden Richtungen als „Gedächtnißwissen" und „Denkwissen". „Der Einzelne", so heißt es dort, „vermag nur Bruchstücke des Gesammtwissens in sich aufzunehmen und wiederzugeben, entweder einen Zweig in thunlichster Vollständigkeit oder aus möglichst vielen Zweigen das Gemeinsame, den durch alle hindurchziehenden Verbindungsfaden. Er wird dabei, je nachdem das Gedächtniß oder der Verstand in ihm am stärksten entwickelt ist, entweder das Einzelne eines engen Bereichs in möglichster Vollständigkeit wissen, oder mehr befähigt sein, aus einer Mannichfaltigkeit das Aehnliche von dem Unähnlichen zu scheiden, das Gemeinsame hervorzuheben und in Begriffe zu fassen. Die Stärke des Einzelnen wird je nachdem im «Gedächtnißwissen» oder im «Denkwissen» liegen; er wird Gelehrter im engern Sinn oder Denker sein.

„Diese Unterscheidung des Gedächtnißwissens vom Denkwissen wird selten anerkannt: man glaubt ziemlich allgemein, ein Gelehrter, der seinem Gedächtniß eine Fülle von Einzelheiten (Vorstellungen und Begriffen) eines besondern Zweiges der Wissenschaft eingeprägt, müsse ebensowol geeignet sein, weitgreifende Urtheile zu fällen, zu denen umfassendes

Wissenschaft fängt erst an, wo der Geist sich des Stoffs bemächtigt. (A. v. Humboldt.)

„Gewiß", sagt daher Luden mit Recht, „in keiner Wissenschaft ist etwas Tüchtiges zu erreichen, wenn philosophische Erkenntniß fehlt, und am wenigsten in der Geschichte. Nützlich kann der Mensch werden auch ohne diese Erkenntniß; in allen Fächern menschlichen Wissens kann Beobachtung des Einzelnen, Sammlung des Zerstreuten, Hervorsuchung des Vermißten, Entdeckung des Verlorenen, Auffindung des

---

Denkwissen erforderlich ist, und entsetzt sich über den beschränkten Gelehrten, wenn er nicht einmal dasjenige besitzt, was man als gesunden Menschenverstand zusammenfaßt. Ebenso nimmt man an, ein Denker, der in seinem Denkwissen die Begriffe bis zum Allesumfassenden steigert, müsse ebensowol jede Einzelheit jedes besondern Faches wissen, und glaubt ihn auf Unwissenheit oder Oberflächlichkeit zu ertappen, wenn er bei Herstellung seiner Vorstellungen nicht jede Einzelheit berücksichtigte oder nicht so genau erfaßte wie der Fachmann, vielleicht auch nicht wie dieser die besten Quellen kannte oder richtig anzuführen wußte."

Und dennoch ist diese Unterscheidung vollständig gerechtfertigt, und wenn auch die Unterschiede keineswegs so scharf ausgeprägt sind, daß jeder Einzelne beschränkt wäre auf das Eine oder das Andere, so läßt sich doch fast an jedem Menschen erkennen, in welcher von beiden Richtungen seine Fähigkeit stärker entwickelt sei, und wird je nachdem das Vertrauen zu seinem Wissen zu bemessen sein.

„Der Denkwisser verdient besonderes Vertrauen, sobald es sich handelt um die Herstellung von Schlußfolgerungen über das Allgemeine, Bildung neuer Vorstellungen und Begriffe, umfassende Ueberblicke oder Erforschung und Bezeichnung der Bildungswege des Denkens; dagegen ist ihm viel weniger Vertrauen zu schenken, wenn Einzelheiten in Frage stehen, Unähnlichkeiten oder Verfolgung der Besonderheiten bis an die äußerste Grenze der Unterscheidungen; denn in Fällen, wo es sich lediglich um Gedächtnißwissen oder Fachwissen handelt, steht er weit zurück gegen den Fachgelehrten, der das Fragliche in allen Einzelheiten sich eingeprägt hat."

Dies vorläufig als captatio benevolentiae gegenüber den Fachgelehrten, mit denen uns die spätern Gesammtbetrachtungen mehr oder weniger in Conflict bringen werden.

Unbekannten hohe Wichtigkeit haben; und in der Geschichte besonders verdient die mühsame Ausprüfung des Einzelnen darum Ehre und Unterstützung, weil die Aufgabe der Selbstforschung so unermeßlich groß ist, daß sie in Eines Lebens kurzer Dauer nur zum kleinsten Theil gelöst werden kann. Aber darum soll keiner in die Forschung alles setzen und den verwerfen, der das Erforschte auf einen tiefern Grund zurückzuführen sucht. Und wenn auch wahr bleibt, daß selbst in wissenschaftlicher Rücksicht die Hälfte, ja ein kleiner Theil oft mehr sei als das Ganze*), so soll doch keiner in der Freude über den Besitz des Theils den Wunsch nach dem Besitz des Ganzen aufgeben."

Wenn nun aber schon Th. Waitz in der Vorrede zur „Anthropologie der Naturvölker" treffend bemerkt, daß, so wünschenswerth es auch wäre, eine derartige Aufgabe von den vereinten Kräften des Geologen und Zoologen, des Linguisten, Historikers und Psychologen „bearbeitet" zu sehen, doch eine solche glückliche Vereinigung wol noch lange Zeit auf sich warten lassen werde, und daher nichts übrig bleibe als sie ganz beiseite liegen zu lassen oder ihre Lösung mit unzureichenden Kräften zu versuchen: um wie viel mehr muß dies nicht von jener Aufgabe gelten, welche wir oben als die der Geschichte der Menschheit hingestellt haben, in dem alles umfassenden Sinne, in welchem ihre Bewältigung nicht nur die vereinten Kräfte aller Wissenschaften, sondern auch den weltumspannenden Blick eines Humboldt erfordern würde, um ihrer, dem gegenwärtigen Stande des Wissens gemäß, also immer wieder nur theilweise Herr zu werden.

---

*) Der alte Spruch des Hesiod, den Plato (de Leg.) auch im Staatsleben für geltend erkennt; nur freilich nicht im Sinne der Gothaer unserer Zeit.

Eine derartige „Bearbeitung" wagen oder gar einen „Kosmos" ohne Lücken schaffen zu wollen, konnte niemand ferner liegen als dem Verfasser. Das Motto der Einleitung sowie der Titel des Ganzen werden hierüber keinen Zweifel lassen. Es sind eben nur „Welt- und Geschichtsbilder", kein „Weltgemälde". So geringfügig indeß auch der Theil sein mag, welcher dem Einzelnen, je nach dem Maß seiner Kräfte, erfaßbar ist von der Unermeßlichkeit der Erscheinungswelt, es bleibt ihm keine Wahl als in den Tag hinein zu leben, „sich ausschließend bei der sinnlichen Erscheinung der Dinge zu beruhigen, und wie das Thier blos in deren Genuß sich zu behaben", oder dem nach harmonischer Gesammtauffassung ringenden Zuge seines Gemüths folgend, zu versuchen, mit den Mitteln, die ihm zu Gebote stehen — denn über die Schranken seiner Persönlichkeit kann niemand hinaus —, das innerhalb seines Gesichtskreises Liegende zu ordnen, nachzustreben der Einsicht in den Zusammenhang, in die Einheit des Ganzen, die glücklicherweise auch dem möglich ist, der nicht zuvor das Detail aller einzelnen Fachstudien in sich aufgenommen hat, in welche der lebendige Leib der Wissenschaft, durch die Nothwendigkeit der Arbeitstheilung bedingt, leider zerrissen worden ist. Denn „den in der Natur waltenden Geist vermag zu verstehen, auch wer sie nicht selbst in allen ihren Theilen mit mikroskopischer Genauigkeit durchforscht hat". Darum darf, und ebendeshalb muß auch der Einzelne diesem Verständniß nachstreben. Sei es auch noch so wenig, was er erreicht; ihm wenigstens ist es sicherer Gewinn. Nur was man selbst erstrebt, besitzt man.

Was Du ererbt von Deinen Vätern hast,
Erwirb es, um es zu besitzen.

(Goethe.)

Wenn nun der Verfasser der Oeffentlichkeit übergibt, was zunächst nur für ihn Werth haben kann, so geschieht

dies nicht in dem Glauben, irgend Nennenswerthes auf dem eingeschlagenen Wege erreicht zu haben, bringt er doch kaum mehr als einen Blütenkranz aus dem reichen Gedankengarten unserer Literatur *), wol aber in der Hoffnung, daß die Grundidee nicht ganz ohne Anregung für bessere Kräfte bleiben werde, und in der Ueberzeugung, daß der Weg selbst der rechte sei, der, wenn er von „Heroen der Historie" (wie sie Ritter „denkt") betreten wird, der Lösung des großen Räthsels näher führen muß; sowie in der Zuversicht endlich, daß wenn dieses Streben Irrthum war, doch nach dem Worte des Verulamiers „citius emergit veritas ex errore quam ex confusione".

Die volle Wahrheit aber — sie ist ja eben nur das Ende aller Dinge.

So bleibt denn das Räthsel der Sphinx: der Mensch; seine Auflösung: die Geschichte der Menschheit, und die Auf-

---

*) Ein vollständiges Verzeichniß der benutzten Literatur mit specieller Nachweisung der theils wörtlich, theils modificirt in die Darstellung verflochtenen Stellen wird am Schlusse des Werks nachfolgen. Daß wir vielfach Dichterworte in diese verwebt, und namentlich in den nun folgenden Bildern unmittelbar an jene Orakelsprüche der Seher und Propheten der Menschheit die Ergebnisse der neuesten exacten Forschungen angereiht haben, wird sich selbst rechtfertigen. Sind es doch die Dichter, „denen", nach Jean Paul, „das Universum leise und ungesehen ins Herz steigt und darin ruht, bis es in glücklicher Stunde hervorstrahlt, so daß es alle erschauen"; und kam es bei dem Versuch einer Darstellung des Gesammtzusammenhanges aller Entwickelung auch darauf an, das Wort des „Kosmos" zur Anschauung zu bringen: daß überall ein frühes Ahnen dem späten Wissen vorausgeht: was wiederum die eingestreuten Ahnungen der Zukunft entschuldigen dürfte, zu denen das Wissen der Gegenwart hindrängt. Vielleicht, daß wenigstens einige dieser Keime und Embryonen in stärkern Geistern und kommenden Geschlechtern heranreifen zur Blüte und Frucht der Erkenntniß und so ihre Stelle ausfüllen in der Kettenbewegung des Entwickelungsganges. Bauet doch eine jede Zeit, wenn sie auch „Sandkorn nur auf Sandkorn häuft", mit am Bau der Ewigkeiten.

gabe einer jeden Zeit: ihren Beitrag zu liefern zu dieser Lösung durch das nie befriedigte Streben sie zu finden.

Wie vieles uns dann auch noch immer ungelöst bleiben mag von den großen Fragen der Menschheit, wie wenig auch immer der Einzelne zu bewältigen vermocht von der Unübersehbarkeit des zu ihrer Lösung bereits vorliegenden Materials: in magnis voluisse sat est.

Berichtigung.

Seite 107, Zeile 3 v. o., lies: die Natur — Welt, Erde und Menschheit — immer mehr u. s. w.

Druck von F. A. Brockhaus in Leipzig.

Natur und Geschichte.

Erster Band.

Natur und Geschichte.

Welt- und Geschichtsbilder

von

Karl Riel.

> Wissen und Erkennen ist die Freude und die Berechtigung der Menschheit.
>
> A. v. Humboldt.

Erster Band.



Leipzig:
F. A. Brockhaus.

1866.

Die Sternenwelt

in ihrer

geschichtlichen Entfaltung.

Von

Karl Riel.

Erste Abtheilung.

Der Fixsternhimmel.



Leipzig:

F. A. Brockhaus.

1866.

Vorwort.

Mit diesem Bande beginnt der Verfasser die Ausführung eines Werks, dessen Plan und Veranlassung er in der früher erschienenen Einleitung *) dargelegt hat. Wie weit diese Ausführung hinter dem zurückbleibt, was dem Verfasser vorgeschwebt hat, fühlt vielleicht niemand mehr als er selbst, wenn auch seine Absicht von vornherein nicht eine so vielumfassende war, wie sie einigen Beurtheilern der Einleitung erschienen ist.

Nach dem dort entwickelten Plan sollte der astronomische Theil des Werks „das Weltgebäude, wie es sich der heutigen Weltanschauung darbietet," im Umrisse zu zeichnen versuchen. Daß dies in historischer Darstellung geschehen sollte, war durch den Titel „Natur und Geschichte" schon angedeutet. Nur in seinem Werden wird das Gewordene uns klar, nur in seiner genetischen Entfaltung kommt uns das Bild der Welt, wie es sich bis zur Gegenwart heran allmählich enthüllt hat, zum richtigen Verständniß.

Diese aus dem ineinandergreifenden Streben der Jahrtausende hervorgegangene Entwickelung der astronomischen Erkenntnisse hat sich aber in untrennbarem Zusammenhang mit

*) Natur und Geschichte. Welt- und Geschichtsbilder. Einleitung: Die Geschichte der Menschheit und das Weltganze. (Leipzig, F. A. Brockhaus, 1863.)

der Gesammtentwickelung der Menschheit vollzogen, steht in engster Beziehung zu dieser, ja ist vielleicht der Hauptfactor im großen Bildungsgange des Menschengeschlechts. „Für die Selbstdenkenden ist", wie schon Fries hervorhob, „selbst die Fortbildung der positiven Religionen von der Berichtigung der astronomischen Weltansichten abhängig."

Soll daher das astronomische Wissen und die Weltanschauung der Gegenwart zum vollen Verständniß kommen, so muß der Versuch gewagt werden, die Entwickelung der Astronomie im Zusammenhang mit der Gesammtentwickelung zur Anschauung zu bringen, sie — nach dem bezeichnenden Ausdruck W. Förster's — „auf dem Schauplatz der gesammten Menschheitsentwickelung in Scene zu setzen".

Ein solches Wagniß nun konnte der Verfasser nicht unternehmen wollen; die Schlußworte der Einleitung werden hierüber keinen Zweifel lassen. Dem dort Angeführten entsprechend konnte er also nicht daran denken wollen, die geschichtliche Entwickelung der Welterkenntniß zu einem Gesammtgemälde zusammenzufassen, das in einem Bilde Gegenwart und Vergangenheit, das Gewordene und zugleich sein Werden im Entwickelungsgange der Geschichte vor dem Leser aufrollt.

Seine Aufgabe mußte eine bescheidenere bleiben.

Demgemäß hat er sich begnügt, mit einem Ueberblick des gegenwärtigen astronomischen Wissens beginnend die einzelnen Entwickelungsreihen zu verfolgen, aus welchen es emporgewachsen ist, auf die unerschöpfliche Fülle der Beziehungen zur Gesammtentwickelung aber nur andeutungsweise theils durch die Darstellung selbst, theils in besondern Anmerkungen hinzudeuten.

Hiernach bringt die erste Abtheilung im ersten Abschnitt eine allgemeine Uebersicht der Erweiterung des astronomischen Wissens in den letzten drei Jahrhunderten, während der zweite und dritte Abschnitt das Gesammtwissen der Gegenwart von der Fixsternwelt

und dessen allmähliche Entstehung und Fortbildung zu schildern versuchen.

Die zweite Abtheilung, mit welcher der astronomische Theil des Werkes schließt, wird von der äußern Anordnung des Sternenhimmels ausgehen und im vierten Abschnitt den Versuch wagen, in der allmählichen Entstehung dieser Anordnung das Culturgewebe der Menschheitsgeschichte am Himmel selbst wiederzuerkennen, um dann in den folgenden drei Abschnitten den Entwickelungsreihen nachzugehen, aus welchen die Erkenntniß der Gegenwart von der innern Ordnung der Sternenwelt und in Wechselbeziehung hiermit die heutige Weltanschauung hervorgegangen ist.

Wenn bei einer derartigen Darstellung nebeneinanderlaufender und ineinandergreifender Zellenreihen der Entwickelung Wiederholungen unvermeidlich sind, so wird ihnen vielleicht das Wort Arago's zur Entschuldigung gereichen: „daß verständig angebrachte Wiederholungen in wissenschaftlichen Dingen ein sehr brauchbares Mittel sind, dasjenige aufzuhellen, was anfänglich zweifelhaft war", und das um so mehr, wenn sie denselben Gegenstand von verschiedenen Gesichtspunkten aus betrachten.

Um die Ueberfülle des Materials, wenn auch nur zu einem geringen Theil, zu bewältigen, hat der Verfasser die Darstellung in Text und Noten gesondert, so zwar, daß er im Text die Entwickelung des astronomischen Wissens selbst in ihren Hauptzügen verfolgt, die weitern Ausführungen und Erläuterungen aber sowie die Hindeutungen auf die Gesammtentwickelung den Noten oder, wo diese allzu umfangreich geworden wären, besondern Anhängen überwiesen hat. Ist es nun der Darstellung im Text nicht ganz mislungen, zunächst den Gang der Entwickelung im großen und ganzen zur Anschauung zu bringen, so wird eine solche in der Natur des Gegenstandes begründete Anordnung vielleicht weniger störend erscheinen. Die Noten werden dann um so klarer hervortreten lassen, was im Text nur angedeutet werden konnte, während

sie zugleich die Möglichkeit geboten haben, aus der Fülle culturgeschichtlicher Beziehungen vieles mit aufzunehmen, was, in den Text verwebt, Fluß und Uebersichtlichkeit der Darstellung beeinträchtigt hätte.

Um so mehr also scheint auf eine derartige Behandlungsweise des überreichen Materials Anwendung finden zu dürfen, was nach dem sinnigen Worte W. Förster's von der historischen Behandlung der Astronomie überhaupt gilt. „Gelingt es derselben auch nicht, eine tiefere Einsicht in die Arbeit der Wissenschaft zu vermitteln und die Lösung der Probleme selbst befriedigender darzulegen, so vermag sie deren geschichtliche Entwickelung doch vielleicht mit so viel anklingend Menschlichem zu verweben, daß Gedächtniß und Interesse einen lebendigen Anhalt gewinnen."

In diesem Sinne hat der Verfasser in den nachfolgenden Skizzen wiederzugeben versucht, was ihn selbst mit immer neuem Interesse bei diesen Studien verweilen ließ; vielleicht daß sie ebendeshalb auch bei andern nicht ohne Anklang bleiben, ja vielleicht daß sie eine Anregung zu dem werden könnten, was uns noch immer fehlt: zu einer Geschichte der Astronomie im Zusammenhang mit der Geschichte der Menschheit.

Zu einer solchen, wenn auch nur andeutungsweise, einen bescheidenen Beitrag zu liefern, war der Zweck dieses Versuchs. Möge der Inhalt diesem Zweck entsprechend befunden werden.

Uebersicht des Inhalts.

I.

Alte und neue Weltanschauung.

Schein und Sein.

So völlig fern auch die astronomischen Wissenschaften der Philosophie nach unsern heutigen Begriffen zu stehen scheinen, da man die Philosophie aus dem Kreise des exacten Wissens längst herausgerissen hat, und sie als eine ausschließlich speculative, der realen Kenntnisse von der Erscheinungswelt gar nicht bedürfende Wissenschaft betrachtet, die der speculirende Philosoph durch das reine Denken aus seinem eigenen Gehirn hervorbringt, — um so enger waren sie nach der Meinung des Alterthums mit der Philosophie verknüpft. Und mit vollem Recht. Denn von den astronomischen Wissenschaften ist ein höchst wesentlicher Theil des philosophischen Ideenkreises, die Vorstellung vom Weltganzen, die Weltanschauung, abhängig; von dieser Weltanschauung wird aber der ganze höhere Theil der metaphysisch-philosophischen und religiösen Erkenntniß: die Vorstellung von der Gottheit und ihrem Verhältnisse zur Welt, ganz wesentlich bedingt, und die völlige Umwälzung, welche dieser Theil unsers Ideenkreises in den letzten Jahrhunderten erlitten hat und noch erleidet, ward gerade von der seitdem völlig veränderten Weltanschauung hervorgebracht.

(E. Röth, „Geschichte unserer abendländischen Philosophie", II, 2, 789.)

„Alle menschliche Erkenntniß fängt mit dem Augenschein an. Erst nach und nach beginnt der untersuchende Verstand, das Trügliche der Erscheinungen zu erkennen und das Reelle derselben herauszufinden."

Dem Menschen erscheint die Erde zunächst wie eine runde Scheibe, auf der, die Fluren seiner Heimat überspannend,

der Himmel in Gestalt eines flachen Gewölbes aufliegt. Dieser Sinnenschein eines Oben und Unten, dieser scheinbare Gegensatz von Himmel und Erde wird die Grundlage seines ganzen Denkens und Glaubens. Das Bild, welches sich der Mensch vom Bau der Welt entwirft, spiegelt sich wider in seinen Glaubensvorstellungen, und es wird erklärlich, wie dann wiederum, getragen von diesen, das Himmelsgewölbe in den Anschauungen der Menschheit Jahrtausende hindurch als das sternengezierte Haus der unsterblichen Götter, als der Gottheit Thron, als die Wohnung seliger Geister geruht hat auf dem wohlgegründeten, dauernden Kreis der Erde, dem Wohnort der sterblichen Menschen.

Wölbt sich der Himmel nicht da droben?
Liegt nicht die Erde hier unten fest?
Und steigen, freundlich blickend,
Ewige Sterne nicht hier auf!" (Goethe.)

So leuchteten einst dort oben an der „Feste des Himmels" die Lichter, „zu scheinen auf die Erde, zu scheiden Tag und Nacht und zu geben Zeichen für Zeiten, Tage und Jahre".

Die Astronomie, die Krone der Wissenschaft, hat diese Feste, hat den Himmel der Väter zerstört, hat ihn aufgelöst in eine Welt von Welten:

Wo in den tief von Licht durchstrahlten Räumen
Wie Gras der Nacht Myriaden Welten keimen,
(Wilhelm von Humboldt.)

wo allüberall ungezählte massenhafte Himmelskörper von unendlicher Mannichfaltigkeit dahinschweben durch die unermeßlichen Räume des Universums, mit dem Sonnensystem unsere Erde, und mit dieser uns selbst verflechtend in die ruhelose Bewegung der Sternenwelt, deren (wenn auch zum größten Theil wol kaum noch geahnte) Wechselbeziehungen

die Gesammtheit der Erscheinungswelt zu einem harmonischen Ganzen zusammengliedern, uns das All als ein durch innere Kräfte gesetzmäßig bewegtes und belebtes Ganze erkennen lassen.

Den Umriß dieses Ganzen — das Bild des Weltgebäudes — haben Mathematik und Beobachtung in scharfbegrenzter Zeichnung hingestellt. Hiermit ist es den beweglichen Träumen der Phantasie für immer entrückt. Der „Bau des Himmels" ist in einer früher kaum geahnten Ausdehnung erschlossen worden, und der Grundriß gefunden, nach welchem der uns sichtbare Theil des Universums geordnet ist.

Die Begriffe „Erde" und „Welt" haben aufgehört sich zu decken. Die Erde ist nur noch „unsere Welt", das Staubkorn, das uns dahinträgt durch die Unermeßlichkeit des Weltalls — ein Stern unter Sternen.

Diese, wenn auch schon früh geahnte[1], doch spät erst

---

[1] Schon den Alten war klar, daß die Erde, wie Plinius sagt, nur ein Punkt sei im Universum. „Hae tot portiones terrae, immo vero, ut plures tradidere, mundi punctus (neque enim est, aliud in universo), haec est materia gloriae nostrae, haec sedes, hic honores gerimus, hic exercemus imperia, hic opes cupimus, hic tumultuamur humanum genus, hic instauramus bella etiam civilia, mutuisque caedibus laxiorem facimus terram." (Plin. Hist. nat., II, 68.) Und dennoch konnten sie von der Vorstellung nicht loskommen, daß dieses „Staubkorn" der ruhende Mittelpunkt des ganzen Weltalls sei, um welchen Sonne, Mond, Planeten und der ganze Fixsternhimmel sich herumbewegen. Unmittelbar nach obigen Worten fährt Plinius fort: „Mediam esse terram mundi totius haud dubiis constat argumentis"; und Ptolemäus führt uns diese „haud dubia argumenta" in seinem „Almagest" umständlichst vor. Ruhte doch sein ganzes (geocentrisches) System auf der damals allgemein gewordenen Pythagorisch-Aristotelischen Vorstellung vom Weltbau. Natürlich, daß auch Christenthum und Mohammedanismus an diese geocentrische, „tellurische" Weltanschauung anknüpften, da eine andere noch nicht vorhanden war. Darf es uns noch wundernehmen, daß dieselbe alsdann bis zum Ende

zur Erkenntniß erhobene Wahrheit hat die ganze Weltanschauung umgestaltet. Die Stellung und Aufgabe, die uns mit unserer Mutter Erde im Kosmos geworden ist, erscheint nun als eine völlig andere, als eine ungleich höhere, wie in den Vorstellungen der frühern Jahrtausende. Die Erde selbst ist in den Himmel aufgenommen, ist ein Glied desselben, ein Himmelskörper geworden und nun erst in Wahrheit eingefügt dem Universum, als das Verbindungsglied, welches das Menschenleben einreiht in den Kreis des Weltlebens.

Was schon Aristarch, der Samier, mit dem Instinct des Genies geahnt — „der Gotteslästerer, der die heilige Ruhe der Erde und der Laren gestört"[2] —, das hat des Kopernicus gewaltiger Geist zuerst sicher erkannt und begründet.

---

des Mittelalters herrschend blieb, ja daß sie heute noch fortlebt? (Vgl. die beiden folgenden Noten sowie den ganzen Abschnitt V.)

[2] Der Stoiker Kleanthes, auch als religiöser Dichter bekannt, klagte den Aristarch (264 v. Chr.) der Gotteslästerung an, weil er durch seine Lehre von der Bewegung der Erde um sich selbst und um die Sonne „die Ruhe der Vesta und der Laren gestört". „Ganz Griechenland", läßt Plutarch (De facie in orbi lunae, Kap. 6) ihn sagen, „müsse den Aristarch als Religionsverächter vor Gericht laden, weil er den heiligen Herd der Welt verrücken wolle."

Solche Dogmen, die mehr, als man gewöhnlich glaubt, alle Vorstellungen zu beherrschen pflegen, mögen denn auch die großen alexandrinischen Astronomen an der Erkenntniß dessen verhindert haben, was sich dem Seherblick des Aristarch bereits erschlossen hatte, wenn auch der Hauptgrund wol darin lag, daß das damalige Wissen noch nicht ausreichte, um jene vorgreifende Ahnung näher zu begründen. Vergeblich nahm daher hundert Jahre später Seleucus von Babylon die Lehre des Aristarch wieder auf (Plutarch, Platonische Fragen, 8). Der Boden war noch nicht vorbereitet, als daß sie schon damals hätte Wurzel fassen können. Der geocentrischen Lehre und den an diese anknüpfenden Glaubensvorstellungen erliegend, sollte sie auf länger als ein Jahrtausend hin im Occident wieder verschwinden, nachdem sie auch im Orient, durch den Einfluß griechischer Wissenschaft, im indischen

Indem er, „der Mann freien Geistes", wie ihn Kepler nennt (vir fuit maximo ingenio et quod in hoc exercitio

---

Geiste geboren (Arjabhatta, der Kopernicus Indiens, hatte sie während der Herrschaft der freiern Richtung des Buddhaismus aufgestellt), mit dem Siege des Brahmanenthums religiösen Vorstellungen und wissenschaftlichen Dogmen wieder erlegen war.

Der schwere, späte und noch immer nicht vollständige Sieg dieser Wahrheit bringt uns den ewig neuen Kampf des Glaubens und Erkennens lebhaft zur Anschauung.

Erst als nach langen, wüsten, wilden Träumen die Astronomie mit dem Wiederaufleben der Wissenschaften am Ende des Mittelalters, angeregt durch die neueröffnete Großartigkeit des griechischen Ideenlebens, in der Mathematik der Griechen nun auch die rechten Waffen wiederfand, um den Himmel zu erobern, da erst erschien mit Kopernicus der Mann, der dieses Riesenschwert zu schwingen verstand, und der zugleich den Muth hatte, die Erde herabzustoßen von dem ursurpirten Thron der Welt, sie hinauszuschleudern in den endlosen Raum, wo sie nun unter zahllosen Wesen ähnlicher Art wie ein Tropfen im Meer zu verschwinden scheint. An ihm bewährt sich Cicero's Wort: „Nemo vir magnus sine afflatu divino exstitit." Denn wahrlich, hohe Begeisterung nur konnte eine Erkenntniß möglich machen, die mit der damaligen Schulphilosophie, mit allen Autoritäten der Astronomie, ja mit der Kirche selbst und mit der ganzen herrschenden Weltansicht in Widerspruch trat. Kämpfte doch selbst der sonst so versöhnliche Melanchthon, „ein zweiter Kleanthes", gegen sie an. „Man müsse", schrieb er damals an einen Freund, „die Obrigkeit bewegen, eine so böse und gottlose Meinung mit allen ihr zu Gebote stehenden Mitteln zu unterdrücken!"

Kurzsichtiger, in der Enge herrschender Dogmen befangener Sterblicher! — Als ob nicht auch die Reformation, die ihn selbst geboren, dieselben Geistesbahnen wandelte; als ob nicht der großartige Aufschwung im religiösen, politischen und intellectuellen Leben der damaligen Zeit in dem wundersamen Zusammentreffen und Ineinandergreifen aller jener großen Ereignisse mit begründet gewesen wäre, an welche in unübertrefflich drastischer Zusammenstellung der Kosmos erinnert! „In demselben Monat, in welchem Hernan Cortez nach der Schlacht von Otumba gegen Mexico anzog, um es zu belagern, verbrannte Martin Luther die päpstliche Bulle zu Wittenberg und begründete die Reform, welche dem Geiste Freiheit und Fortschritt auf fast

— in der Bekämpfung des Vorurtheils — magni momenti est, animo liber), indem er, so schreibt er begeistert an Papst Paul III., „die Weltleuchte“ (lucernam mundi), die Sonne, auf einen königlichen Thron gesetzt (circumagentem gubernans astrorum familiam), die ganze Familie kreisender Gestirne lenkend, hat er in Wahrheit die Ruhe unserer Erde für immer gestört, hat sie hinausgerückt aus der Mitte der Welt und hiermit den Grund zu einer Weltanschauung gelegt, welche in ihrer Consequenz nothwendig alles umgestalten muß, was bis dahin Glaube und Wissen der Menschheit vom All und seinem Werden geoffenbart hatten. Die christliche Kirche war daher von ihrem Standpunkte aus in vollem Rechte, als sie that, was schon zweitausend Jahre früher heidnische Rechtgläubigkeit gegen Aristarch gethan, und was jede Religion, die mehr als Menschenwerk zu sein wähnt, stets thun wird und muß: daß sie das Anathem aussprach über eine Erkenntniß, die mit ihren Glaubenssätzen in Widerspruch trat — daß sie die Wissenschaft dem Glauben zu unterwerfen suchte.[3] Diesen zu

---

unversuchten Bahnen verhieß. Früher noch traten, wie aus ihren Gräbern, die herrlichsten Gebilde der alten hellenischen Kunst hervor. Es blühten in Italien Michel Angelo, Leonardo da Vinci, Titian und Rafael; in unserm deutschen Vaterlande Holbein und Albrecht Dürer.“ Und gerade in diese Zeit fällt die Auffindung der Weltordnung. Im Todesjahre des Columbus, vierzehn Jahre nach Entdeckung des neuen Erdtheils, erschließt sich dem Geistesblicke des Kopernicus eine neue Welt. In voller Waffenrüstung, wie Minerva aus dem Haupte Jupiter's, springt hier, anscheinend urplötzlich, eine neue Weltanschauung aus dem Gehirn des Kopernicus hervor; „anscheinend“ sagen wir, denn auch ihr Erzeuger gehört der mächtigen Zeit an, die ihn getragen, um wie weit er ihr auch voraneilte; sodaß Snell recht haben dürfte: Die Menschheit sei vielleicht noch lange nicht fähig, jene neue, alle Vorstellungen umgestaltende Lehre nach dem ganzen Gewicht ihrer Folgen zu empfinden und zu schätzen.

[3] Erst in diesem Jahrhundert (1821) hat die römische Curie das

retten, zwingt das „heilige Gericht“ den Galilei, nachzusprechen: „Ich schwöre ab, verfluche und verabscheue als

---

Verbot des Kopernicanischen Systems für erloschen erklärt; und nun — ein Zeichen der Zeit — suchen protestantische Theologen deren Stelle auszufüllen, und das in einer Weise, die uns unwillkürlich ins Gedächtniß ruft, was Lessing an Göze schrieb: „Herr Pastor, wenn Sie es dahin bringen, daß unsere lutherischen Pastoren unsere Päpste werden; daß diese unserm Forschen, der Mittheilung unsers Erforschten Schranken setzen dürfen, so bin ich der erste, der die Päpstchen wieder mit dem Papste vertauscht.“ (Wir unsererseits würden ein Drittes für consequenter halten.)

Aus den vielen derartigen Versuchen greifen wir die 1857 erschienene Schrift des Herrn A. Frantz, Doctor der Theologie, Superintendent und Oberpfarrer zu St.-Jacobi in Sangerhausen, heraus, welche die „Prätensionen der exacten Naturwissenschaft beleuchtet und mit polemischen Glossen wider Herrn Professor Doctor Schleiden begleitet hat“. Astronomie und Theologie befinden sich nach ihm in einer unaufgelösten und nach modernen naturwissenschaftlichen Principien auch unlöslichen Differenz. Als Wurzel alles Uebels bezeichnet er das Kopernicanische Weltsystem! Dieses ganze System ist falsch und durch dasselbe die moderne Astronomie zur eigentlichen Herberge des Materialismus geworden. Es ist ganz und durchaus gegen die Schrift, daß die Erde nur ein Stern sei, wie andere Sterne, und sich mit diesen um die Sonne drehe; und diese falsche Lehre rührt nur daher, daß die Astronomie durch die Mathematik verderbt und entgeistet worden ist. Die Erde dreht sich nicht als Stern um die Sonne, sondern ist im Gegentheil Mittelpunkt und Hauptzweck der Welt! Dieses alte sogenannte «Erdsystem» ist das allein richtige, und die Behauptung, daß die Gestirne Weltkörper wie die Erde seien, ist eine der unsinnigsten Annahmen, die je existirt haben. Die Erde ist fest und ein Finsterkörper, während die Sterne leuchtende «Himmelslichter» sind! Die ganze moderne Astronomie beruht auf einem geistlosen Mechanismus, und wer an sie glaubt, ist ein Materialist, wie denn überhaupt nicht blos einzelne Naturforscher, sondern Alle, welche der neuen und verkehrten Richtung der Naturforschung anhängen, nichts weiter als Materialisten sind!“

Roma locuta, causa finita est!

Nun, wo Licht ist, muß auch Schatten sein. Doch:

Irrthum und Ketzerei die verdammte Lehre, daß die Sonne unbeweglich sei und daß die Erde sich bewege. Ich verspreche, nie zu reden und zu schreiben über die Bewegung der Erde,

---

Vom Eise befreit sind Strom und Bäche
Durch des Frühlings holden, belebenden Blick;
Der alte Glaube, in seiner Schwäche,
Zog sich in seine Dogmen zurück.
Von dorther sendet er, fliehend, nur
Ohnmächtige Schauer körnigen Eises
In Streifen über die grünende Flur;
Aber die Sonne duldet kein Weißes —

sie wird auch diese „Nebel" zerstreuen.

Mit wissenschaftlichen Gründen solchen Glauben bekämpfen wollen, hieße die Natur desselben verkennen. Die Zusammenstellung der Beweise für die Richtigkeit des Kopernicanischen Systems, mit welcher Mädler ihm neuerdings entgegengetreten ist (Ges. Naturw., III, 647), wird ihn schwerlich bekehren. Erwachsen auf der alten tellurischen (geocentrischen) Weltanschauung, fühlt er alle seine Vorstellungen mit dieser seiner Grundlage eng verknüpft. Unfähig, sich zu Höherm, Reinerm zu erheben, was bleibt ihm übrig, als an dem festzuhalten, worauf seine Glaubensvorstellungen beruhen? Gerade dieses noch heute fortdauernde Anklammern der religiösen Ideen an die alte, nun schon seit drei Jahrhunderten zusammengebrochene Weltansicht ist der lebendige Beweis, wie eng beide miteinander verwachsen sind, wie sehr jene durch diese bedingt waren.

Wie oft auch schon auf diesen unzertrennlichen Zusammenhang beider hingewiesen wurde, noch immer scheint uns zutreffend, was Steffens (Polemische Blätter) vor dreißig Jahren hervorhob, „daß die Geschichtsforscher, obgleich der Einfluß herrschender Naturansichten ihnen nicht verborgen bleiben konnte, doch noch immer nicht die ganze Tiefe, die unergründliche Gewalt dieser Richtung des menschlichen Geistes erkannt haben".

Der, wenn auch schon Jahrhunderte dauernde, doch vielleicht in Jahrhunderten noch nicht beendete Kampf der neuen Weltanschauung mit den in der alten wurzelnden Dogmen der gegenwärtigen positiven Religionen wird dies in vielleicht nur allzu drastischer Weise, wie so oft schon in der Weltgeschichte, von neuem zur Erscheinung bringen. (Vgl. Abschnitt V.)

welche das heilige Gericht verdammt als eine falsche, ungereimte, ketzerische und schriftwidrige Meinung."

So geschehen zu Rom im Kloster Minerva am 22. Juni 1633.

E pur si muove! Und sie bewegt sich doch, bewegt sich nach ewigen Gesetzen, unbekümmert um Dogmen und Glaubensmeinungen, welche fallen wollen „ins bewegte Rad der Welt".

Ebenso unbekümmert um diese, ja nicht selten (so will es das allwaltende Gesetz — ὁ πάντων βασιλεύς[4] —, dem auch der Fanatismus dahinsterbender Glaubensvorstellungen dienen muß) mehr gefördert als behindert durch deren Widerstreben, schreitet die Erkenntniß fort.

In demselben Jahre, als der große Dulder Galilei stirbt (8. Jan. 1642), wird Newton geboren[5], mit dessen unsterblichen Thaten sich eine Episode menschlicher Entwickelung vollzieht, deren Riesengröße uns so recht die Armseligkeit jener Pygmäenversuche offenbart, welche damals wie heute

---

[4] Vgl. Einleitung, S. 111.

[5] Diese Aufeinanderfolge, weit entfernt zufällig zu sein, läßt uns den streng gesetzmäßigen Gang menschlicher Entwickelung wenigstens in seinen großen Zügen erkennen.

Galilei ist der große und glückliche Begründer der mechanischen Physik, deren Idee, wenn auch seit Leonardo da Vinci schon vorbereitet, erst durch ihn zur That wird. Ueberall nur die innere, in den Dingen selbst liegende Nothwendigkeit suchend, befreit er die Forschung von der Einmischung theologischer Gründe. Durch unmittelbare Versuche fragt er der Natur die Gesetze ab, denen sie gehorcht, und strebt sie in streng mathematischer Weise zu begründen.

Daß aber auch in der geistigen Welt, in der Entwickelungsgeschichte des Menschheitsgeistes, in gleicher Weise wie in der physischen und nicht minder in der Wechselwirkung beider alles durch den Zusammenhang von Ursache und Wirkung verknüpft ist, scheint er weniger geahnt zu haben. Gegen das Ende seines Lebens sprach er zu Kepler die Besorgniß aus, daß vielleicht keiner nach ihm das Begonnene fortführen

sich berufen wähnen, „zur Ehre Gottes" dem Fortschritt der Erkenntniß „Halt", der Wissenschaft „Umkehr" gebieten zu dürfen.

Wie als Antwort auf jene Abschwörungsformel hatte ein wunderbares Spiel des Zufalls — das eben in Wahrheit mehr

---

werde, daß er in Italien niemand wisse, dem er das geliebte Kind seines Geistes zur weitern Pflege anvertrauen könne. Doch

Am Baum der Menschheit drängt sich Blüt' an Blüte,
Nach ew'gen Regeln wiegen sie sich drauf;
Ob auch die eine matt und welk verglühte,
Bricht dort die andere desto prächt'ger auf.

Italiens Blüte war vorüber.

Die Entdeckung neuer Erdtheile und Verkehrswege nach dem Morgenlande zog das Leben Europas an seine Westgestade, und während die mittelmeerische Welt, durch die Osmanen vom Orient abgeschnitten, langsam dahinsiechte, blühten in Jugendfrische auf — Niederland und England. Sie waren es, die an die Stelle jener großen Handelsrepubliken Italiens traten; und es ist nichts weniger als zufällig, daß sich nun auch gerade in ihnen jene Blüte der Cultur, jene freie Entwickelung im Staatsleben wie im religiösen erhob; daß gerade in diesen, durch den Verkehr mit den fernen Welttheilen auf die Beobachtung der Natur und auf das klare praktische Erfassen der Erscheinungen hingewiesenen Stämmen, deren germanische Abstammung wieder eine um so tiefere Auffassung möglich machte; daß gerade in ihnen die Männer erstanden, welche berufen waren, die Ideen des Galilei auf dem Wege des Experiments und mathematischer Begründung zu einer kaum geahnten Vollendung zu führen — Huygens in Holland, Newton in England.

Daß das Land der Denker auf seinem Wege weiter ging, daß es ebenbürtig neben jenen in der Geschichte menschheitlicher Entwickelung glänzt (ja daß vielleicht damals in der ahnungsvollen Tiefe deutschen Geistes auch schon Gedanken aufleuchteten, die erst dann zur vollen Geltung kommen werden, wenn es sich darum handeln wird, das durch Beobachtung und Erfahrung inzwischen Gewonnene weiter zu führen), das verbürgen uns die beiden Riesengeister, welche sich am Anfang und am Ende des 17. Jahrhunderts jenen andern würdig an die Seite stellten: Kepler neben Galilei, Leibniz neben Newton.

Dies ist die Riesenepoche, auf welche wir oben hingedeutet haben.

als „Spiel des Zufalls“ ist [6] — gerade damals (1609) dem Forscher das „gottverfluchte Rohr“ in die Hand gegeben, welches die Geheimnisse der Sternenwelt den menschlichen Blicken enthüllen, das ihnen am Himmel selbst die Bestätigung des „ketzerischen und schriftwidrigen“ Kopernicanischen Sonnensystems vor Augen führen sollte. Galilei wollte einen Stern beobachten und entdeckte mit den Monden Jupiter's eine neue Welt, ein System von Weltkörpern, welche den Centralkörper umkreisen, ein leibhaftiges Conterfei des Sonnensystems.

Wie als Antwort auf jene Verdammung der Bewegung hatte gerade damals Kepler auch schon die Gesetze gefunden, denen sie gehorcht; jene drei berühmten Gesetze der Bewegung, welche seinen Namen unsterblich gemacht haben; und wiederum waren es gerade die Beobachtungen des großen Antagonisten des Kopernicanischen Systems, Tycho de Brahe's, aus welchen Kepler's unbeugsamer [7] Fleiß jene Gesetze enträthseln

---

[6] Vgl. die Geschichte der Erfindung des Fernrohrs im Abschnitt III.

[7] Unbeugsam im vollsten Sinne des Worts. Seine „Astronomia nova de motibus stellae Martis“ läßt uns die staunenswürdige Geduld und Ausdauer ermessen, mit der er seinem Ziele nachstrebte. Manche der dort niedergelegten Rechnungen nahmen siebzig Folioseiten ein. „Wem aber das Durchlesen dieser mühevollen Rechnungen Langeweile macht“, sagt Kepler selbst, „der mag immerhin Mitleid mit mir haben, der ich sie wenigstens siebzigmal wiederholen mußte, während er sie nur einmal lesen darf.“ Welche kostbare Zeit würde er gewonnen haben, wären damals schon die Logarithmen erfunden gewesen!

Durch solche, von der Idee seines Lebens getragene Verfolgung seines Ziels wurde, nach dem schönen Worte Apelt's, „der Mann, dessen Beruf darin bestand, Kalender zu schreiben und aus den Sternen zu weissagen («um nicht zu verhungern, schrieb ich nichts werthe Kalender mit Prognostica; dies ist etwas besser als betteln», sind die eigenen Worte Kepler's), aus innerm Drange der Schöpfer der theoretischen Astronomie, und dies bewunderungswürdige Werk der Vereinigung von

sollte, die sich freilich nach Kästner's Ausspruch zu dem Tychonischen Material verhalten wie der Olympische Jupiter zu dem Marmorblock, aus dem er gemeißelt. Aber es war doch edles Material, war Marmor, was der große Reformator der Beobachtungskunst, was Tycho de Brahe seinem größern Nachfolger zur Verarbeitung hinterlassen hatte.

Kepler zuerst erkannte dann auch und sprach es aus, daß die Fixsterne „Sonnen" seien. [8]

Damit zerbrachen für immer die krystallenen Himmelssphären, welche sie getragen, nachdem auch durch den von Galilei entwickelten Grundsatz der Relativität der Bewegung der Himmelskörper die von Kopernicus noch unangefochtene Kugelgestalt des Weltalls mit seiner ruhenden Mitte vernichtet war, und der Gestirne Reigentanz folgt nunmehr

---

Fleiß und Genie vollbrachte er inmitten des wildesten Kriegsgetümmels, verfolgt und seiner Habe beraubt durch die Feinde seiner Religion, angefeindet selbst von seinen Glaubensgenossen, flüchtig und umhergejagt im eigenen Vaterland, gebeugt vom Gram über die Schande, mit welcher ein Hexenproceß seine Mutter brandmarkte. Wie ein Held ertrug er die Widerwärtigkeiten seines Geschicks, und wie ein Genius von höherer Abkunft entsiegelte er der Menschheit die großen Geheimnisse der Natur".

Merkwürdiges Geschlecht! Während der eine Göttersohn alle Kräfte seines Geistes einsetzt, um die Harmonie der Sphären zu erspähen, beschäftigen sich andere „Göttersöhne" damit, seine Mutter als Hexe zu verfolgen. Und das „von Rechts wegen" und „zur Ehre Gottes"!

Πολλὰ τὰ δεινά, κοὐδὲν ἀν —
θρώπων δεινότερον πέλει.

(Sophokles' „Antigone".)

[8] „Es ist möglich", sagt Kepler, die Ahnungen Giordano Bruno's bestätigend, „daß die Sonne nichts anderes ist als ein Fixstern, der unsern Augen nur wegen seiner Nähe so glänzend erscheint; und daß die übrigen Sterne in gleicher Weise Sonnen sind, von Planetensystemen umgeben." (Epitome Astronomiae Copernicanae, S. 35.)

„knechtisch dem Gesetz der Schwere", seitdem der dritte im Bunde mit Kopernicus, dem Entdecker der Erdbewegung, und mit Kepler, dem Auffinder ihrer Gesetze, seitdem Newton [9] mit unwiderstehlicher Evidenz gezeigt, daß dies die Kraft ist, welche in den

[9] Jetzt freilich strahlen die Namen dieser Heroen in gleicher Unsterblichkeit. Die Mitwelt war weniger gerecht. Newton allein genoß schon während seines Lebens einer beispiellosen Verehrung. „Es war, als wäre er vom Geschick dazu ausersehen, der gemeinsame Träger der Auszeichnungen zu werden, die seinen drei großen Vorgängern mehr als versagt blieben."

Kopernicus starb wie der Feldherr auf dem Schlachtfelde, der den Sieg errungen, aber mit ihm fällt, wie Epaminondas bei Mantinea. „Hinterlasse ich nicht", antwortete dieser den Freunden, die ihn beklagten, daß er ohne Söhne sterbe, „hinterlasse ich nicht zwei unsterbliche Töchter, die Siegesschlachten von Leuktra und Mantinea?" Größer und ungleich folgenreicher war der Geistessieg, mit dessen Erringung Kopernicus aus dem Leben schied. Das erste gedruckte Exemplar seines berühmten Werks: „Libri ex de orbium coelestium revolutionibus" (Nürnberg 1543), an dem er sechsunddreißig Jahre gearbeitet, bekam er erst wenige Stunden vor seinem Tode zu Gesicht. „Wohl ihm", sagt Mädler, „daß er gleichzeitig mit dem Erscheinen dieses Werks aus dem Erdenleben schied. So hat die Geschichte der Wissenschaft eine Unthat weniger zu berichten. Hatte doch der Fanatismus schon während des Drucks seines Werks den Pöbel in Nürnberg aufgehetzt, die Druckerei zu stürmen und das Werk womöglich zu vernichten; es ward mit großer Mühe gerettet." Sein Tod hatte ihn vor jenen Verfolgungen bewahrt, die des Galilei unvergänglicher Name zu der spätesten Nachwelt tragen wird. Daß man seine Theorie durch einen Possenreißer öffentlich verhöhnen ließ, läßt ahnen, was auch er zu erwarten hatte.

Kepler starb im Elend. Von Rostock war der sechzigjährige schwächliche Mann, sein ruhmvolles Werk „Ueber den Planeten Mars" unter dem Arm, nach Regensburg gewandert (1630), um bei dem dortigen Reichstage seine rückständige Besoldung zu fordern. 29000 Gulden waren die deutschen Fürsten ihm schuldig. „Vermuthlich wollte er mit seinem Werke den dort versammelten Herren den Beweis liefern, daß er einiges Anrecht habe, zu existiren." Die Anstrengung der Reise und Mangel aller Art rafften ihn bald darauf hin. „Unbeachtet erlosch da das Auge eines Geistes, der in einer Zeit, welche man aus den Annalen

himmlischen Räumen waltet und die Planeten ihre wundersamen Bahnen führt. — Was Kopernicus und Kepler prophetisch ahnten, dem Genius Newton's war es vorbehalten, es zu enträthseln. Indem er das von Galilei entdeckte Gesetz des freien Falls der Körper auf den Himmel überträgt, enthüllt sich ihm das Gesetz der Gravitation. Er findet, daß der Mond sich ihm unterwerfe, daß auch die Planeten und Kometen ihm unterthan seien, und erhebt es so zum allgemeinen Regulator des Sonnensystems. „Was auch immer des Sehers Rohr Neues am Himmel entdeckt, alle Oscillationen, Bewegungen, selbst die sogenannten Störungen [10] der himmlischen Körper, es fügt sich alles in schöner Eintracht diesem Gesetz." Ja die neuesten Forschungen (die auf Grundlage desselben bereits berechneten und mit den Beobachtungen wirklich übereinstimmenden Bahnen mehrerer Doppelsterne) lassen kaum noch Zweifel übrig, daß es im ganzen Fixsternsystem ausnahmslose Geltung hat.

So schwanden die Geheimnisse aus der Aetherwelt der Sterne, und schon gegenwärtig gibt es (im Planetensystem

---

Deutschlands tilgen möchte, das einzige Licht war, welches verheißend über dem Vaterlande leuchtete." Er starb als Bettler; —

Newton als König. Seinem Leichenzuge voran schritt der Kanzler von Großbritannien, ein Erzbischof mit der Geistlichkeit und dem höchsten Adel folgte dem Zuge, und sechs Pairs des Reichs trugen den Sarg, um ihn beizusetzen in der Westminster-Abtei, wohin er gehört — ein König im Reiche der Geister — in die Gruft der Könige (1727). „Sibi gratulentur mortales, tale tantumque exstitisse humani generis decus" ruft seine Grabschrift der Nachwelt zu.

[10] Denn diese sogenannten Störungen sind in Wirklichkeit ebenso wenig Störungen, wie die Planeten (von πλανάω = erro) „Irrsterne"; quae vocamus errantia, cum errant nulla minus illis (Plin. Hist. nat., II, 6), die wir Irrsterne nennen, obgleich doch keine weniger irren, denn sie! Nihil enim errat, quod in omni aeternitate conservat progressus et regressus, reliquosque motus constantes et ratos. (Cicero de nat. deor., II, 20.)

wenigstens) keine einzige „astronomische[11] Erscheinung“ mehr, deren Gesetze nicht genau bestimmt wären.

---

[11] Das heißt, soweit es sich um Bewegungserscheinungen handelt, die ja für jetzt noch als die Hauptaufgabe der Astronomie angesehen werden. Im übrigen ist freilich, seitdem das Planetensystem durch die fortschreitenden Entdeckungen immer reicher und mannichfaltiger wird, selbst in diesem nur zu vieles noch völlig unerklärt, der Erscheinungen in der Fixsternwelt gar nicht zu gedenken. Auch die Ursache der Bewegungserscheinungen ist ihrem innern Wesen nach noch unenträthselt; denn die Worte „allgemeine Schwere“, „Attraction“, was sind sie mehr als Namen für ein unbekanntes X, von dem man, wie Littrow sagt, nicht weiß, „was es sei und woher es komme“, mit dem man zwar rechnen, ja wie die Erfahrung lehrt, Resultate von der größten Bedeutsamkeit erreichen, das man aber nicht erklären kann. „Nicht das uns unbekannte innere Wesen der Attraction“, sagt Mädler, „sondern die Gesetze ihrer Wirkungen sind es, welche Newton aus einem einzigen obersten Princip folgerecht entwickelte, und welche fortan die Grundlage der Astronomie ausmachen.“ Wenn er aber dann noch hinzufügt, „ein Mehreres bedarf sie nicht“, so möchten wir doch an seine eigenen inhaltschweren Worte über „die Aufgabe der künftigen Himmelsforschung“ erinnern. „Wie aber“, fragt er dort, „wenn der Allgemeinheit dieses Gesetzes unbeschadet, neben ihm noch andere Kräfte, wie sie sich zwischen den terrestrischen Substanzen wirksam erweisen, auch bei den kosmischen sich geltend machten? Wenn wir demnach nicht Gravitation allein, sondern auch Magnetismus und Chemismus zu berücksichtigen hätten? Wenn vielleicht noch ganz andere unbekannte Beziehungen, für welche die gegenwärtige Sprache des Erdbewohners keine Namen kennt, zwischen den Weltkörpern stattfänden und ihren Einfluß auf die Abstände und Bewegungen bemerklich machten? Wenn der Raum nicht absolut leer, sondern mit einem auch nur unendlich dünnen Mittel erfüllt ist? Ueberblickt man die Data, welche uns die neuesten Beobachtungen und Untersuchungen an die Hand geben, so wird man sich gestehen, daß wir hier nicht von blos hypothetischen Möglichkeiten sprechen. Alles dieses zu erforschen, ist nicht minder wichtig, und erst wenn wir auch die schwächste und verborgenste Kraft darzustellen im Stande sind, werden wir von dieser Seite der Aufgabe Genüge gethan haben. Auch scheint es, daß die abstracte Mathematik, wiewol sie sich bei Entwickelung des Attractionsgesetzes vollkommen genügend erwies, doch nicht allein im Stande sein werde, die Aufgaben zu lösen, welche

Alles zusammenfassend, hat Laplace in dem unsterblichen Meisterwerk „Mécanique céleste" den Mechanismus des Sonnensystems bis auf seine kleinsten Unregelmäßigkeiten erklärt, und die Theorie, der Beobachtung vorgreifend, selbst gewagt, nie Gesehenes mit Sicherheit zu bestimmen, unbekannte Weltköper zu „errechnen". Aus den Störungen des Uranus berechnet Leverrier die Bahn des unbekannten Störers, Galle richtet das Fernrohr nach dem Himmel, und — der Neptun ist entdeckt, genau an dem Orte, wo er nach Leverrier's Rechnung stehen mußte.[12]

---

uns die Beobachtung auf diesem Felde bereits vorgelegt hat und in Zukunft vorlegen wird. Den künftigen Analysten, die sich an ihnen versuchen werden, wird Vertrautheit mit den Lehren der Physik und Chemie als ein unabweisbares Bedürfniß erscheinen. Dazu aber ist alle Aussicht vorhanden, denn die ebengenannten Zweige der Naturwissenschaft haben sich gleichfalls neu gestaltet, sich von der rohen Empirie früherer Zeiten losgemacht. Bei diesem schönen Entgegenkommen und Verschwistern der drei Wissenschaften wird die Zukunft weniger selten einem Arago und Gauß begegnen, bei denen gefragt werden muß, ob sie größer als Astronomen oder als Physiker seien."

Auf diesem Wege nun, d. h. durch innige Verbindung der Physik mit der Astronomie, zu welcher die unerklärten Beobachtungen in der Sternenwelt nicht minder hindrängen wie die neuern Entdeckungen in der Physik und Chemie, vor allen die große Entdeckung der Spectralanalyse durch Bunsen und Kirchhoff, werden sich dann auch sicher wol noch völlig unerwartete Einblicke in die innere Natur und in das Wesen der Gravitation eröffnen. Was die Astronomen jetzt noch als Aufgabe der Metaphysik bezeichnen: zu ergründen, „was jene Kraft der Himmelskörper, mit welcher sie einander anziehen, eigentlich sei und woher sie komme", sie selbst werden auf jenem Wege zu dieser Erkenntniß hinführen und hiermit ein tieferes Verständniß der „himmlischen Mechanik" möglich machen. (Vgl. Abschnitt III und VI.)

[12] Die Abweichung des von Leverrier bezeichneten Orts vom beobachteten war in Länge nur 55 Bogenminuten, und die Breite, die nach Leverrier sehr klein sein sollte, fand sich in der That — 0° 31',9. Sowol die Länge als die Lage der Bahn sind also nahezu richtig bestimmt (Mädler). So war das Räthsel der Uranusstörungen in

Hiermit hat die rechnende Astronomie ihren Triumph gefeiert. Die Auffindung des von Bessel errechneten „dunkeln"

---

glänzender Weise gelöst. Schon 1840 hatte der größte Astronom unserer Zeit diese Lösung mit Bestimmtheit für die allein mögliche erklärt. In einer Vorlesung vom 28. Febr. 1840 (also vor der ersten Auflage von Mädler's „Astronomie"; vgl. sechste Auflage, S. 290, Note) hat Bessel nachgewiesen, „daß es sich bei den Störungen des Saturn um Unterschiede handele, welche nur in einer neuen physischen Entdeckung ihre Erklärung finden könnten"; daß es also darauf ankomme, „einem unbekanten Planeten jenseit des Uranus, der vielleicht wegen zu großer Lichtschwäche nicht sichtbar ist, eine Bahn und Masse anzuweisen, durch welche sich die Störungen des Uranus erklären ließen". — „Es ist dies eine Arbeit", schrieb er am 8. Mai 1840 an Humboldt, „die mich seit so vielen Jahren begleitet und um derentwillen ich so viele Ansichten verfolgt habe, daß ihr Ende mich vorzüglich reizt und daher so bald als irgend möglich herbeigeführt werden wird." Doch mitten in diesen Arbeiten überraschte ihn jene schmerzvolle Krankheit, die seinem thatenreichen Leben ein Ziel setzte. Das große Problem aber war nun öffentlich aufgestellt, ja sogar von der göttinger Societät der Wissenschaften im Jahre 1844 zum Gegenstand einer Preisaufgabe gemacht worden; und bereits 1845 war Adams, ein junger englischer Mathematiker, der seit 1843 mit dieser Aufgabe beschäftigt war, so glücklich, die Lösung zu finden. Doch die englischen Astronomen trauten seinen Resultaten nicht; so unterblieb die Veröffentlichung. Ein neidisches Geschick hatte Adams die Palme des Siegs entrissen, die nunmehr Leverrier zutheil werden sollte, der auf Arago's Anregung gleichfalls mit dieser Aufgabe beschäftigt war. Am 31. Aug. 1846 trat er in die Sitzung der pariser Akademie und verkündete mit der Zuversicht eines Propheten den Ort des unbekannten Gestirns am Himmel, die Elemente seiner Bahn, sogar seine Masse und scheinbare Größe. Hiermit war zur Evidenz erhoben, was Bessel als das allein Mögliche erklärt hatte: der Planet war errechnet, und es kam nun darauf an, inwieweit die Beobachtung die Rechnung bestätigen würde. Die Nachsuchungen am Himmel hatten in Paris sofort begonnen; aber es war, als sollte Bessel an dessen Auffindung selbst im Tode noch mitwirken durch das, was er im Leben geschaffen hatte. Auf seine Anregung waren die berühmten Sternkarten der berliner Akademie gefertigt worden, die jetzt ihren glänzendsten Triumph feierten. Der Theil der Karte, der die Gegend

Siriusgenossen hat diesen Triumph erneuert und erhöht, hat den Sieg hinübergetragen aus der Planeten- in die Fixsternwelt. [13] Der Schleier der Isis beginnt sich zu heben, das

des Steinbocks umfaßte, wo der große Unbekannte stehen sollte, war soeben von Bremiker vollendet, als Galle (am 23. Sept. 1846) Leverrier's Aufforderung zur Aufsuchung des Planeten erhielt. Noch an demselben Abend war mit Hülfe dieser Karte der Neptun entdeckt.

Mit ihm ist das Gebiet des Planetensystems in ähnlicher Weise, wie einst durch die Auffindung des Uranus, wiederum fast um das Doppelte erweitert (vgl. Note 17); nur daß merkwürdigerweise die Entfernung des Neptun (621 Millionen Meilen) um mehr als 150 Millionen Meilen weniger beträgt, als man nach dem Bode'schen Gesetz hätte erwarten sollen. Auch Leverrier hatte dieselbe auf 747 Millionen berechnet. Sollte er vielleicht nur einer von mehrern sein, die dort an der Grenze des Planetensystems kreisen?

Aber stehen wir denn wirklich mit dieser Entdeckung an der Grenze des Sonnensystems? Schweifen nicht sicher bekannte Kometen vierzehnmal weiter hinaus? Selbst in einer hundertfach größern Entfernung, als der des Neptun würden die Störungen des nächsten Fixsternes (a Centauri) wenig zu bedeuten haben.

Was könnte also nicht dort noch, unsern jetzigen Fernröhren unerreichbar, dem Herrschergebiet der Sonne unterthan sein? Wie andererseits die Unregelmäßigkeiten des Mercur bereits verrathen haben, daß auch zwischen ihm und der Sonne noch manches verborgen ist. Vielleicht, daß sich auch hier, ähnlich wie zwischen Mars und Jupiter, statt des einen Planeten, den ein französischer Arzt (1859) bereits gesehen haben will, noch Unerwartetes enthüllt!

[13] Es ist von hohem Interesse, jetzt, nachdem diese „dunkle", von Bessel errechnete Schwestersonne des Sirius durch Clark zu Boston mittels eines mächtigen Refractors (31. Jan. 1862) an das Licht gezogen und später auch von andern Astronomen nun wirklich gesehen worden ist, zu lesen, was Mädler mehrere Jahre früher über diese letzte größte Entdeckung des großen königsberger Astronomen sagt: „Er gewahrte in den thatsächlich ermittelten Bewegungen des Sirius (und auch des Procyon) Abweichungen, die unerwartet waren. Einem Bessel war es unmöglich, bei einer neuen Thatsache stehen zu bleiben und sie unerklärt zu lassen, wenn sich ihm eine wissenschaftlich zu rechtfertigende Erklärung darbot, mochte eine solche auch noch so überraschend und den hergebrachten Vorstellungen widersprechend sein.

„So stellte Bessel die Thesis auf: daß in unmittelbarer Nähe (ver-

innere Triebwerk der Natur fängt an sich den menschlichen Blicken zu enthüllen, und die Zeit dürfte in der That nicht

---

glichen mit Fixsternweiten) des Sirius und Procyon Massen stehen müßten, durch deren Attraction jene Anomalien der Bewegung hervorgebracht würden. Jene uns einfach erscheinenden Sterne seien mithin Doppelsterne, aber das eine Glied entweder gar nicht selbstleuchtend, oder nur von so schwachem Lichte, daß unser Rohr uns keine Spur davon zeige. Beide Glieder hätten im Fixsterncomplex dieselbe gemeinschaftliche Bewegung, außerdem aber noch eine besondere um den zwischen ihnen sich bildenden Schwerpunkt. Daß eine sofortige Anerkennung seitens der andern Astronomen allgemein erfolgen werde, war nicht zu erwarten: keiner großen Entdeckung von ähnlichem Charakter ist je eine solche, zur Zeit, wo sie zuerst ans Licht der Welt trat, zutheil geworden. Doch die Widersprüche und Zweifel Struve's und Airy's konnten ihn nicht mehr treffen. Er theilte das Los des Kopernicus. Fast unmittelbar, nachdem er seine große Entdeckung der Welt übergeben hatte, schied er vom Schauplatze des Lebens." Aber er schied in der festen Ueberzeugung von der Richtigkeit derselben. Noch kurz vor seinem Tode erklärte er in einem Briefe an Humboldt, der seine Bedenken gegen diese „Gespensterwelt" scherzend angedeutet hatte: „Allerdings beharre ich in dem Glauben, daß Procyon und Sirius wahre Doppelsterne sind, bestehend aus einem sichtbaren und einem unsichtbaren Sterne. Es ist kein Grund vorhanden, das Leuchten für eine wesentliche Eigenschaft der Körper zu halten. Daß zahllose Sterne sichtbar sind, beweist offenbar nichts gegen das Dasein ebenso zahlloser unsichtbarer."

Wie glänzend gerechtfertigt steht heute dieser Glaube da! Zu welchen, wenn auch nicht „körperlichen", so doch „geistigen" Anschauungen von der Sternenwelt werden wir durch diese Entdeckung geführt!

„Unser dahingeschiedener Heros", so lautet der schöne Nachruf Mädler's, „hat sich nicht begnügt, die Kenntniß dessen, was wir am Himmel erblicken, in staunenerregender Weise zu erweitern: er hat uns auch noch mit einer Astronomie des Unsichtbaren beschenkt und in den innern Haushalt der Natur einen Blick eröffnet, der nur dem Auge des Geistes zu thun vergönnt ist."

Was Frankreichs größter Astronom sofort nach dem Bekanntwerden dieser Entdeckung aussprach, daß sie die bedeutendste unsers Jahrhunderts sei, wer könnte heute noch daran zweifeln!

mehr fern sein, wo nun ein weiterer Schritt gethan, wo dieses „himmlische Uhrwerk" für mehr als ein „System von Bewegungen", „un grand problème de mécanique", wie es Laplace, oder „une question d'analyse", wie es der große Mathematiker Jacobi nannte, wo es als „une question de physique", ja wo es als „une question de physiologie" erkannt werden, wo man an eine Physiologie des Kosmos denken wird [14], womit dann sofort auch die psy-

---

[14] Nach der hergebrachten, heute freilich kaum noch verständlichen Zertheilung der Natur in die sogenannte „todte" und „lebendige" hat es die Physiologie allerdings nur mit der letztern, mit dem sogenannten „organischen" Theil des Erdganzen, dem Thier- und Pflanzenreiche, zu thun, während der sogenannte todte Theil, die für unorganisch erklärte Natur, der Physik anheimgefallen ist. „Aber man muß doch warnen", ruft mahnend uns von Rußdorf (Ges. Naturw., 2, Einl.) zu, „diese Verschiedenheit der Physik und Physiologie als einen Gegensatz aufzufassen. Denn erfreulicherweise vereinigen sich diese beiden Wissenschaften im Geiste der Denkenden von Jahr zu Jahr mehr zu einer unzertrennlichen Freundschaft und Liebe, die hier in der That so weit geht, daß die eine für die andere sterben möchte und ihren Namen aufgeben. In der unorganischen Natur werden lebendige, physiologische Kräfte entdeckt, die Elemente erscheinen beseelt mit eigenthümlichem, lebendigem Wirkungsvermögen, und die unwägbaren Agentien der großen Natur, Licht, Wärme, Elektricität, geben sich als oberste Triebmittel des organischen Lebens kund; dagegen erkennen wir in der Physiologie kaum ein Forschungsresultat, ein Gesetz mehr an, wenn es nicht, zum mindesten annäherungsweise, den physikalischen Charakter, d. h. die Anschaulichkeit und Klarheit hat, welche durch Maß und Gewicht in die Naturlehre gebracht wird. So nennen denn bereits unsere besten Forscher im Bereiche der Physiologie die sichern und wissenschaftlichen Erfolge ihrer Bemühungen schlechtweg physikalische, und nach meiner Vorstellung mag, wenn man auf den betretenen Bahnen rüstig fortschreitet, die Zeit nicht fern sein, wo man andererseits auch an einer Physiologie des Kosmos arbeiten wird, so, daß alsdann in der Wissenschaft und in der Welt des Erkennens nur noch Leben, aber nichts Todtes mehr Platz findet."

Wenn sich nun jetzt schon die Idee mehr und mehr geltend macht, „die alten vier sogenannten Imponderabilien (Licht, Wärme, Elektri-

chische Frage gegeben ist. Doch wir dürfen nicht vorgreifen und bleiben zunächst bei dem, was bisher vom Weltall erschlossen worden ist, und was mit der rechnenden Astronomie zugleich die beobachtende hierzu beigetragen hat.

Zu derselben Zeit, wo es dem Auge des Geistes gelingt, die Bewegungsgesetze des Planetensystems zu entziffern, dringt das körperliche ein in die bis dahin uneröffneten Tiefen des Weltalls — enthüllt sich eine neue Welt dem Blicke der Menschheit.

Im Jahre 1609 verkündet Kepler seine Gesetze; 1610 erschließen sich dem Galilei, dem ersten unter den Sterblichen, der mit bewaffnetem Auge den Himmel durchforscht, die Geheimnisse der Sternenwelt. Bis dahin hatte man die Erdkugel für den einzigen massiven und schweren Weltkörper gehalten. Jetzt sah man ebenso große und noch größere kugelförmige Massen frei schweben im Raume und sich um die Sonne bewegen. Galilei entdeckt außer den Monden Jupiters die wechselnden Lichtgestalten der Venus, die Berge und Thäler des Mondes, die scheinbare Dreigestalt des Saturn (veranlaßt durch dessen später erkanntes Ringsystem). Er bemerkt die Flecken der Sonne und folgert aus ihrer Bewegung die schon von Kepler geahnte Rotation derselben.

---

cität, Magnetismus) auf den einen imponderabeln Stoff, den Weltäther, zurückzuführen, nämlich die Erscheinungen der Elektricität, in welcher die des Magnetismus bereits aufgegangen sind, sowie die sämmtlichen thermischen Erscheinungen ebenso aus Affectionen des Aethers (und der von ihm umhüllten Körperatome) herzuleiten, wie dies für das Licht in der Undulationstheorie auf so eminente Weise gelungen ist, und zum Theil auch für die Wärme, nämlich für die strahlende Wärme, in nächster Aussicht steht", — so scheinen wir in der That nicht mehr allzu fern von dem zu sein, worauf die Worte am Schlusse der Note zu Seite 124 und 125 der Einleitung zu diesem Werke hindeuten. Dürfen wir zweifeln, daß sich dereinst auch erfüllen wird, was wir oben im Text zu hoffen gewagt haben?

Er sieht die größern Fixsterne im Fernrohr zu kleinen flimmernden Pünktchen werden, schließt hieraus auf ihre unermeßliche Weite, und ist schon nicht mehr zweifelhaft „über deren gewiß überaus ungleichen Abstand von unserm Sonnensystem". Selbst die Milchstraße — dieser uralte „Weg des Phaëton", das leuchtende „Meteor des Aristoteles", der „Himmelsfluß der Araber" —, von der schon Manilius fragt, die Ahnung des Demokrit wiederholend:

Oder entsteht durch größere Schar sich drängender Sterne
Dichteres Flammengewebe und glänzt mit gesammeltem Lichte?
Bildet vereinigter Glanz an dem Himmel den helleren Streifen?

vor dem Blicke des Galilei erscheint sie jetzt in der That als ein unübersehbares Heer kleiner, dem bloßen Auge unsichtbarer Sternchen. Ja, sogar die Welt der Nebulosen dämmert schon auf. [15]

Die freudige Begeisterung über eine solche Erweiterung des menschlichen Gesichtskreises, noch ungleich großartiger und folgenreicher, als jene andere, welche die Erschließung des Erdenrunds gebracht hatte, tritt uns schon aus dem Titel des „Nuncius sidereus" entgegen, der von allen diesen Entdeckungen die erste Kunde brachte: „Der «*Himmlische Bote*» verkündigt ein großes und wundervolles Schauspiel, das derselbe vor jedermann, besonders aber vor den Gelehrten und Astronomen darstellt, entdeckt von Galileo Galilei mit Hülfe eines von ihm erfundenen Fernrohrs, näm-

---

[15] Die Nebulosen des Galilei, welche „sicut areolae sparsim per aethera subfulgent, sind zwar nur Sternhaufen, wie die nebeligen Sterne des Eratosthenes und Ptolemäus, die nebulosae der Alphonsinischen Tafeln, aber schon der Zeitgenosse des Galilei, Simon Marius, der Mitentdecker der Jupiterstrabanten, erwähnt im „Mundus Jovialis" der (durch die damaligen Instrumente) *nicht auflöslichen Nebelflecke*, und regt hiermit die Frage an, die *noch heute nicht entschieden* ist. (Vgl. indeß Abschnitt III und V.)

lich: auf der Oberfläche des Mondes, in unzähligen Fixsternen der Milchstraße, in Nebelsternen, besonders aber in vier Planeten, die sich in verschiedenen Entfernungen und Perioden mit wunderbarer Geschwindigkeit um Jupiter bewegen, alle bisher ganz unbekannt, von dem Verfasser erst kürzlich entdeckt, und die mediceischen Gestirne zugenannt."

Diese Entdeckungen ziehen den Schleier fort vom hohen Himmelsdome, und durch die gleichzeitige Erkenntniß des wahren Sonnensystems zu höherer Einsicht befähigt, erhebt sich der Geist zu Ahnungen des wahren Weltsystems. Das uralte Vorurtheil der festen Himmelssphären, das Jahrtausende hindurch die Vorstellungen der Menschheit umfangen gehalten, sinkt vor der Erkenntniß dahin, daß das sichtbare Himmelsgewölbe, vom Fernrohr durchbrochen, nur scheinbar, nur Sinnentäuschung sei.

Dem körperlichen Auge voraneilend, wagt Kepler's Sehergeist schon damals zu erahnen: „Alle Fixsterne sind Sonnen wie die unserige, von Planetensystemen umgeben; unsere Sonne liegt in der großen Welteninsel so, daß sie das Centrum des zusammengedrängten Sternenringes der Milchstraße bildet; sie selbst (deren Flecken noch nicht entdeckt waren), alle Planeten und alle Fixsterne haben eine Rotation um ihre Achsen; um Saturn (und um Mars) wird man Trabanten, wie die von Galilei um den Jupiter aufgefundenen, entdecken; in dem viel zu großen Abstand zwischen Mars und Jupiter bewegen sich ihrer Kleinheit wegen dem bloßen Auge unsichtbare Planeten."

Wie nun die letzte prophetische Ahnung bereits in wunderbarer Weise in Erfüllung gegangen ist, wie der Raum zwischen Mars und Jupiter seit jener Neujahrsnacht des ersten Jahres unsers Jahrhunderts, in welcher Piazzi die Ceres entdeckte, sich schon mit einer größern Fülle von Planetoiden bevölkert hat, als seitdem Jahre verflossen sind, so hat auch die immer

fortschreitende Kraft des Fernrohrs den Bau der Fixsternwelt mehr und mehr enthüllt, ja selbst fern jenseit derselben neue ungeahnte Welten erblicken lassen.

Galilei hatte die Jupiterstrabanten mit nur siebenmaliger Vergrößerung entdeckt und überhaupt keine stärkere als zweiunddreißigfache anwenden können. Hundertundsiebzig Jahre später sehen wir W. Herschel Vergrößerungen benutzen von sechstausendfünfhundertmal, und vor dem Blicke der Menschheit, weit hinausgetragen in die Unendlichkeit des Raumes, entrollt sich nunmehr immer wunderbarer das große Naturbild des Kosmos, die unfaßbare Mannichfaltigkeit seiner Gestaltungen. Himmelslichter, die noch kein sterbliches Auge geschaut, gehen auf in ihrer Farbenpracht an Orten, wo bisher nur Dunkelheit herrschte. Was Jahrtausende für einzelne Sterne gehalten, löst sich auf in zwei-, drei-, vier- und mehrfache Sterne [16], in ganze Sternsysteme, die, in allen Farben schimmernd, goldgelb, roth, blau, grün, purpur und aschfarbig, der Menschheit neue Räthsel stellen.

Jener große Forscher, der unvergeßliche William Herschel, war es, der hier in allem die Bahn brach. Die ältern großen Astronomen, von Kopernicus bis Newton, hatten die Ordnung und das Gesetz des Planetensystems enträthselt; mit William Herschel entschleiern sich die Geheimnisse der

---

[16] Vier- und mehrfache Sterne sind nicht selten am Himmel zu finden. Ein solcher ist z. B. ϑ im Orion, früher nur als vierfacher Stern bekannt und wegen der Stellung der vier Sterne das Trapez im Orion genannt. Jetzt ist schon ein fünfter und sechster Stern in diesem Trapez entdeckt, und der Stern σ im Orion unmittelbar unter dem südlichsten der drei Sterne, die unter dem Namen des Jakobstabes bekannt sind, ist von Struve sogar als ein **sechzehnfacher** Stern erkannt worden (Littrow). Nahebei, nur $3\frac{1}{2}'$ entfernt, steht ein dreifaches System, sodaß man beide zugleich im Felde des Fernrohrs erblickt. Ist das Fernrohr bedeutend, so ist das ein wundervoller Anblick.

Fixsternwelt. Als er mit seinen, in bewunderungswürdiger Energie von ihm selbst gefertigten Riesenteleskopen in die Tiefen des Fixsternhimmels eindrang, „zugleich mit der Fackel seines Geistes dessen nächtliches Dunkel erhellend“, wuchs die Zahl der Doppel- und mehrfachen Sterne schon auf Hunderte an, mit Struve auf Tausende, und seit den Beobachtungen seines großen Sohnes, John Herschel, und anderer, stehen wir, wie uns Mädler belehrt, den Zehntausend nahe, „ja, es dürfte jetzt schon vergebliche Mühe sein, sie noch zählen zu wollen“. Erschien doch schon die Menge derselben William Herschel so groß, daß er (in der Abhandlung von 1802) sagt: „Ich könnte sie, wenn es nöthig wäre, zu Tausenden nachweisen. Es gibt auch nicht eine einzige Nacht, in welcher ich bei meinen Streifzügen durch die Zonen des Himmels nicht zahlreiche Sammlungen von doppelten, drei-, vier-, fünf- und vielfachen Sternen treffe, die augenscheinlich von andern Gruppen isolirt und wahrscheinlich für sich zu kleinen Sternsystemen vereinigt sind.“

Noch staunenswerther aber war die Erweiterung des Gesichtskreises überhaupt, die sich seit den Thaten jenes kühnen Entdeckers vollzog, der, wie er an Lichtenberg schrieb, sich vorgenommen hatte, keine Stelle des Himmels ununtersucht zu lassen. Wie er unser Planetensystem, welches alle frühern Jahrtausende mit dem Saturn für abgeschlossen geglaubt, durch die Entdeckung des Uranus, der ersten planmäßigen Auffindung eines Planeten [17], um das Doppelte erweiterte,

---

[17] „Summum esse, quod vocant Saturni sidus certum est“ (Plin., II, 8) galt bis auf Kant als selbstverständlich. Kant zuerst wies auf die Möglichkeit hin, daß auch jenseit des Saturn noch ein Planet kreisen könne (1755 in der „Naturgeschichte des Himmels“), und bereits 1759 schloß der große Analyst Clairaut aus den Störungen des Halley'schen Kometen, daß dieser Planet wirklich vorhanden sein müsse. Zweiundzwanzig Jahre später hat Herschel ihn gesucht und ge-

so hat er die Grenzen des Weltalls selbst bis in unbestimmte Fernen hinausgerückt.

---

funden. Allerdings ein Suchen anderer Art, als die Aufsuchung des „errechneten" Neptun, darum aber doch immer nicht, wie man gemeint hat, lediglich Zufall. William Herschel selbst, wie wenn er diese Entdeckung im voraus gegen solche Auffassung hätte verwahren wollen, hebt in dem oben erwähnten Briefe an Lichtenberg ausdrücklich hervor: „Nicht zufälligerweise habe ich den Planeten herausgefunden, sondern weil der Stern gerade an der Stelle stand, an der an jenem Abend die Reihe der genauesten Untersuchungen nach meinem Plane war. Hätte ich ihn damals nicht gesehen, so hätte ich ihn doch gewiß bald nachher finden müssen, denn mein Teleskop war so vollkommen, daß ich, sowie ich ihn erblickte, gleich sagen konnte, das sei kein Fixstern."

Mit dieser Entdeckung war die Bahn gebrochen zu jener wunderbaren Erweiterung und Vervollständigung des Planetensystems, die sich seitdem vollzogen hat. Nur soeben erst hatte man eine bestimmte Kenntniß von der räumlichen Ausdehnung unsers Sonnensystems erlangt (durch genauere Ermittelung der Sonnenentfernung mit Hülfe der Venusdurchgänge in den Jahren 1761 und 1769, vgl. Abschnitt II), und schon sollte sich das Gebiet desselben mit der Entdeckung des Uranus um das Doppelte erweitern. Natürlich, daß man nun nicht ruhen konnte, bis man auch jenen Planeten gefunden hatte, welcher die alte Lücke zwischen Mars und Jupiter ausfüllen sollte. Zu nicht geringem Staunen aber enthüllte sich hier statt des Einen die in wundersam verschlungenen Bahnen kreisende, noch täglich wachsende Planetoidenschar, während andererseits der Uranus inzwischen durch seine Störungen zu erkennen gab, daß auch er mit seinen merkwürdig rückläufigen Trabanten noch nicht der äußerste unsers Systems sei. Der kühne, vor hundert Jahren in Clairaut's Kopf entsprungene Gedanke gewinnt nun durch Bessel feste Form und Gestalt, wird durch Leverrier zur That, und — ein neuer Planet ist entdeckt, noch ehe er gesehen ist. Was wird nicht schon das nächste Jahrtausend nicht nur von der Ausdehnung, sondern auch von den innern Verhältnissen unsers Planetensystems und von der physischen Beschaffenheit seiner Glieder wissen! Wie ganz anders erscheint es uns nicht schon heute mit seinen 8 großen und 84 kleinen Planeten (am 24. Aug. 1865 wurde von Luther in Bilk bereits der vierundachtzigste der Planetoiden entdeckt), den 21 Monden, den ungezählten Kometen, den Schwär-

Als er das Senkblei warf in die Tiefen der Himmelsräume, als er die Sternenhülle sprengte, welche die Grenzen der Welt zu bezeichnen schien, als er die Strahlenringe der Milchstraße, deren schon von Demokritos geahnte Sternenmenge Galilei's Auge zuerst erblicken sollte, als William Herschel sie durch mächtigere Instrumente genauer erforscht, und mehr als achtzehn Millionen im prächtigsten Farbenspiel funkelnder Sonnen in ihnen erkannt hatte, welche mit unserer gesammten Fixsternwelt ein großes „Astralsystem", eine „Weltinsel" im Universum bilden; als er dann, bewaffnet

---

men der Aërolithen und dem Zodiakallichte, gegenüber dem, was das Alterthum von den „fünf Irrsternen" wußte. Die alte Ahnung des Artemidor (Seneca, Nat. quaest., VII, 13): „daß diese fünf Sterne nicht die einzigen seien, welche «wandeln», sondern nur die einzigen, die man beobachtet habe, und daß noch unzählige andere, uns wegen ihrer Lichtschwäche nicht bemerkbar, auf verborgener Bahn dahinschweben", wie wunderbar ist sie nicht bereits in Erfüllung gegangen; und zu welch harmonischem Ganzen hat sich seit Kopernicus, Kepler und Newton diese unsere Planetenwelt zusammengegliedert! „Eine Kette bindet, Ein Gewebe wechselseitiger Beziehung und harmonischer Einstimmung umspinnt sie, beherrscht werden sie von Einem alldurchdringenden Einfluß, der sich vom Mittelpunkt bis zu den äußersten Grenzen des Systems erstreckt, als dessen Glieder sie von nun an alle, die Erde mit eingeschlossen, angesehen werden müssen." (John Herschel.)

Ist auch mit diesem „Mechanismus" des Planetensystems vorläufig nur das Skelet gewonnen, sind auch die Wechselbeziehungen noch nicht enträthselt, in welchen die übrigen Glieder des Sonnensystems, die Kometen, Meteore u. s. w. zu jenem „organischen Verbande" stehen, von welchem man sie wunderlicherweise hat ausschließen wollen: die Zukunft wird auch hier die Verbindungsfäden finden; und was auch sonst noch, von uns heute ungeahnt, in den weiten Räumen des Sonnensystems an das Licht treten möge, es wird diesen großartigen Gesammtorganismus, dem wir mit der Erde eingegliedert sind, nur um so lebensvoller erscheinen lassen, wird uns vielleicht, in Verbindung mit den in die physische Natur der Himmelskörper gewonnenen Einblicken dereinst Aufschluß geben über Ursache und Wesen dessen, was als Gravitation zur Erscheinung kommt.

mit der raumdurchdringenden Kraft seiner Riesenteleskope, über diese unsere Fixsternwelt hinaus vordrang in die Unermeßlichkeit des Weltraums zu jenen wundersamen Gebilden der Nebulosen, die als unzählige solcher „Astralsysteme", wie das von den Lichtmauern der Milchstraße umgrenzte — „eine Milchstraße von Welten" — in undenkbaren Fernen aufflammten, da geschah in Wahrheit, was die schöne Grabschrift des großen Führers auf diesem kühnen Eroberungszuge sagt: „Coelorum perrupit claustra", er durchbrach die Schranken des Himmels und führte uns hinaus in kaum geahnte Regionen des Weltalls. Was die kühne Speculation des Philosophen von Königsberg, des eigentlichen Begründers unserer heutigen Weltanschauung [18], was Kant aus den wenigen bis dahin am Himmel bemerkten „kleinen Plätzchen", aus den „neblichten Sternen" zu errathen gewagt, William Herschel hat es uns als Wirklichkeit, hat uns erkennen lassen, daß unsere von der Milchstraße umschlossene Fixsternwelt mit ihren vielleicht zwanzig bis dreißig Millionen Sonnen nichts ist als ein abgesonderter Nebelfleck (detached nebula), eine Weltinsel im Weltocean, deren unzählige andere fern jenseit der unsern den unendlichen Raum erfüllen. Mehr als 2000 dieser fernen Nebelwelten haben seine Riesenteleskope hervorgezogen aus der Nacht des Universums.

Der Erbe seines Ruhms und seines Namens ist ihm auf diesen Bahnen gefolgt. Nicht nur, daß er die Zahl der Nebelflecke um 1619 erweitert hat, sodaß jetzt schon über 4000 bekannt sind, seinen anstrengenden Arbeiten verdankt die Astronomie auch die erste Analyse jener merkwürdigen Gebilde, die „einzig in der Welt der Gestaltungen" den Südpol umkreisen — der magellanischen Wolken.

---

[18] Vgl. Abschn. V.

Wie sich einst dem Galilei mit den Trabanten Jupiter's ein Abbild des Sonnensystems enthüllte, so hat uns John Herschel in jenen Wolken das ganze Universum noch einmal, oder vielmehr zwiefach, wie im Verkleinerungsspiegel vor Augen geführt. In der großen Wolke fand er nicht weniger als 582 Sterne, 291 Nebelflecke und 46 Sternhaufen; in der kleinen 200 Sterne, 37 Nebelflecke und 7 Sternhaufen, sodaß wir in diesen Miniaturbildern sich wiederholen sehen, was uns das große Ganze zeigt, ja die Wolken selbst finden sich in ihnen wieder.

Kommende Jahrhunderte werden die Beziehungen feststellen, in welchen alle jene Nebelwelten untereinander und zu unserer Sternenwelt stehen, und bewahrheiten, was wir für jetzt nur schließen können: daß sie alle demselben Gesetz gehorchen, welches unser Sonnen- und Fixsternsystem beherrscht, dem Gesetz der Gravitation. Bis dahin stehen wir mit ihnen in directem Verkehr nur durch die Schwingungen des Lichts. Der Lichtstrahl aber, der, vom fernsten, uns eben noch sichtbaren Nebelflecke ausgehend, unser Auge trifft, bringt uns, wie schon Baco ahnte und „wie es jetzt die sichere Kenntniß von der Geschwindigkeit des Lichts außer Zweifel gestellt hat", ein Zeugniß von dem ältesten Dasein der Materie und führt uns mittels einfacher Gedankenverbindung zurück in die Tiefen der Vorzeit. Denn während wir bei jener Geschwindigkeit von 42000 Meilen, welche das Licht in der Secunde zurücklegt, hier auf Erden, soweit auch immer unser Auge reicht, alle irdischen Körper gleichzeitig in ihrer gegenwärtigen Gestalt erblicken, wird das Licht im weiten Himmelsraume zu einem trägen Boten, der uns längst Vergangenes verkündet. Schon vom äußersten Planeten unsers Sonnensystems, vom Neptun, gebraucht es mehr als vier Stunden, um zu uns zu gelangen, von den Fixsternen Jahre. Je weiter wir also hinaus-

sehen in den Weltenraum, um so weiter sehen wir zurück in die vergangene Zeit, und wenn das Licht der fernsten, uns nur eben noch sichtbaren Nebelflecke Millionen Jahre gebrauchte, um uns zu erreichen, so sehen wir sie eben nur, wie sie vor Millionen Jahren waren, und erst nach ebenso langer Zeit wird das heute von ihnen ausgehende Licht zu den Geschöpfen der Erde gelangen und einer fernern Zukunft verkünden, welches ihr heutiger Zustand war.

Diesen festzustellen und der Nachwelt zu überliefern, was die Gegenwart dort erblickt, ist die astronomische Wissenschaft unaufhörlich bemüht.[19] Auf den Arbeiten beider Herschel

---

[19] Indeß bemerkte doch Mädler noch 1840: „Die kraftvollen Instrumente der Gegenwart, wie die hoffentlich noch trefflichern der Zukunft, sie müssen den weiten Räumen des Fixsternhimmels zugewendet werden, dessen fernste Regionen, die der Nebelflecke, noch so äußerst wenig erforscht sind, bei aller Anerkennung dessen, was die beiden Herschel und Lamont geleistet haben. Wir besitzen von der großen Mehrzahl nichts als ein Register, dessen Daten nur eben hinreichend sind zum Wiedererkennen, und die ganze Aufgabe liegt in der Zukunft. Sie wird uns lehren, ob jene Massen Veränderungen des Orts, der Gestalt, Größe, Dichtigkeit und Auflöslichkeit unterworfen sind, eine Frage von ungemeiner Wichtigkeit, denn sie ist gleichbedeutend mit einer andern: ob die Schöpfung ein augenblicklicher Act und jetzt vollendet, oder ob sie ein ins Unendliche fortdauernder sei? Erleiden jene Massen wirkliche Veränderungen, löst sich das, was jetzt noch allgemein verbreitete Nebelmasse ist, einst in discrete Punkte auf, so haben wir eine Weltenschöpfung beobachtet, so sind Sonnensysteme unter unsern Augen aus dem Chaos hervorgegangen, wie einst das unserige hervorging, und wie deren in allen kommenden Zeiten hervorgehen werden. Dann werden wir eine Weltgeschichte in einem höhern, jetzt noch nicht möglichen Sinne des Worts schreiben können."

Wie aber, wenn diese Instrumente der Zukunft, was nach den bisherigen Leistungen von Rosse's mächtigem Apparat keine geringe Wahrscheinlichkeit hat, dereinst erkennen lassen, daß alles, was uns heute als „Nebel" erscheint, in der That „discrete Punkte", Sternhaufen, sind? (Vgl. indeß die neuesten Ergebnisse der Spectralanalyse, Abschnitt III und V.)

Wenn dann auch, wie nicht minder wahrscheinlich, an Stelle der

fortbauend, hatte Lamont eine Untersuchung sämmtlicher Nebelflecke begonnen; d'Arrest hat kürzlich mehrere hundert derselben neu bestimmt und Rosse's Riesenteleskop bereits von nicht wenigen den Nebelschleier fortgezogen, der ihre wahre Gestalt umhüllte.

So erfüllt hier, wie überall, jede Zeit ihre Pflicht, der Zukunft die Mittel zu schaffen, welche den Fortschritt der Erkenntniß möglich machen, so baut jede Zeit mit am Bau des Himmels. Zelle reiht sich an Zelle, Glied fügt sich an Glied, und emporwächst der Organismus des Universums, vom Leben durchströmt in allen seinen Theilen.[20] Eine

---

entschleierten, als ausgebildete Astralsysteme erkannten Nebelflecke wiederum neue auftauchten aus dem Ocean der Unendlichkeit — wären wir damit weiter? Vielleicht aber wird es alsdann gar nicht mehr nöthig sein, so weit hinauszuschweifen in das Universum, um der Erkenntniß dessen näher zu kommen, „was in den Kreisen des Lebens und aller innern treibenden Kräfte des Weltalls mehr noch, als die Erkenntniß des Seins so unaussprechlich fesselt: der Erkenntniß des Werdens; sei dies Werden auch nur ein neuer Zustand des schon materiell Vorhandenen". Vielleicht wird alsdann dasjenige, was die Zukunft von der physischen Beschaffenheit der uns nächsten Weltkörper und den an und auf ihnen vorgehenden Veränderungen erkannt und enträthselt haben wird, in Verbindung mit dem, was uns die Geschichte unsers eigenen Himmelskörpers „Erde" lehrt, ausreichen, um uns tiefere Blicke thun zu lassen in die wenn auch unendlich verschiedenen Entwickelungsprocesse der andern Himmelskörper. Hiermit erst werden wir zu begründetern Ahnungen gelangen über das Werden und Vergehen der Welten (d. h. der einzelnen Weltkörper als Zellen des Weltorganismus), nicht aber der Welt, des Gesammtorganismus selbst; denn vom Entstehen als „Anfang des Seins nach dem Nichtsein" haben wir weder Begriff noch Erfahrung. Vom All können wir weder Anfang noch Ende denken.

[20] Auch diese Saite sollte hier nur angeschlagen werden. Zunächst mögen die Thatsachen sprechen und uns die Ueberzeugung aufdrängen, daß jenes „himmlische Uhrwerk" mehr ist als dies, daß es mehr als „Mechanismus", daß es ein Organismus ist, vom Leben durchströmt

neue Weltanschauung tritt an die Stelle der alten, übt ihren umgestaltenden Einfluß auf das ganze Denken und Glauben,

---

in allen seinen Theilen. Nur in einem solchen, im Organismus des Erd- und Weltganzen, vermögen wir uns selbst zu begreifen und zu einer richtigern Würdignng unserer Stellung im Weltall zu gelangen; gegenüber jener kindlich naiven Vorstellung der Vorzeit, welcher das Menschengeschlecht als der Hauptgegenstand der Welt und alles übrige nur seinetwegen da zu sein schien. „Der Mensch, auf dem Standpunkte dieser volksmäßigen, auch noch heutzutage selbst bei der Mehrzahl der Gebildeten allgemein verbreiteten Denkweise, glaubt sich ganz und gar getrennt von der äußern Natur; er hält sich für ganz wesensverschieden von ihr, um so mehr, als schon dadurch zwischen Mensch und Welt eine unübersteiglich scheinende Kluft gezogen ist, daß der Mensch sich allein für beseelt, begeistet hält, die Welt dagegen für unbeseelt, todt. Dem auf diesem Standpunkte Stehenden fällt es gar nicht ein, daß er mit der Außenwelt in einer engern Verbindung stehen, daß er selbst zu dieser Außenwelt gehören und als eins der Glieder ihrer unendlichen Wesenkette selbst einen ihrer Gesammtheit untergeordneten Bestandtheil bilden könnte. Ein solcher Gedanke würde ihm ebenso ungereimt erscheinen, als wenn ihm jemand zumuthen wollte, sich für einen Bestandtheil des Hauses zu halten, das er bewohnt. Denn mehr als ein Wohnhaus für das Menschengeschlecht dünkt dem auf diesem Standpunkt Stehenden das Weltgebäude nicht, und er fühlt sich von diesem ganz ebenso wesensverschieden als von jenem.“ (Röth.)

Zu welch andern Vorstellungen hat nun schon längst die denkende Betrachtung des Gesammtlebens der Natur geführt, wenn es auch wahr sein mag, was Röth an einer andern Stelle sagt, „daß jene populäre Denkweise dem Bildungsstande des im täglichen Treiben des Menschenlebens aufgehenden Volks wol immer (oder doch wenigstens noch sehr lange Zeit hindurch) angemessen bleiben wird“. Sträuben sich doch sogar noch manche „im täglichen Treiben der Fachwissenschaft aufgehende“ Fachgelehrte, insbesondere solche, welche sich lediglich mit der sogenannten todten Natur beschäftigen, gegen dieses „Gesammtleben der Natur“ wie gegen eine unwissenschaftliche Auffassung. Nichtsdestoweniger aber dürfte wol Carus recht haben, wenn er in seinem neuesten Werke „Natur und Idee“ von neuem hervorhebt: „Es liegt hier recht eigentlich der Scheidepunkt zwischen aller philosophischen und blos mechanischen Naturanschauung, und es ist nicht zu sagen, wie viel Irriges und Ungesundes in menschliche Erkenntniß der uns umgebenden

und — ein neuer Morgen tagt im großen Leben der Menschheit.

Die Vorstellungen des Gestern sind unhaltbar geworden. Was Jahrtausenden als Wirklichkeit erschien — die Wissenschaft der letzten Jahrhunderte hat uns erkennen lassen, daß es nur Schein, nur Sinnentäuschung war. Nichts ist stehen geblieben von allem, worauf die Ideengebäude der frühern Zeiten sich auferbaut hatten. Die ganze Grundlage der alten Weltanschauung ist zerstört durch das, was sich dem Körper- und Geistesblicke der Menschheit seit den Tagen des Kopernicus, Kepler und Galilei von den Geheimnissen des Weltalls enthüllt hat.

Verfolgen wir nun diesen, in vorläufigem Ueberblick angedeuteten Zerstörungsproceß der alten Weltanschauung zunächst[21] noch mehr im einzelnen, um uns zur Anschauung zu bringen, wie sich erst jetzt die Menschheit mehr und mehr von den Täuschungen der Sinne zu befreien und zur Erkenntniß der Wirklichkeit durchzuarbeiten, wie sich ihr jetzt erst zu enthüllen beginnt

---

Welt dadurch gekommen ist, daß man die einfache große und allgemeine Weltanschauung, wie sie noch den Griechen eigen war, allmählich aufgab und zwischen einer todten und belebten Natur zu unterscheiden begann, und zwar nicht in dem Sinne, daß, wie es recht ist, zwischen Lebendem und Erstorbenem unterschieden wurde, sondern so, daß man alles Kosmische und Tellurische überhaupt vom Begriffe des Lebens ausschloß. Es ist eine unserer liebsten Hoffnungen, daß diese unsere Arbeit beitragen möge, das Gespenstige einer «todten Natur» vollends zu verscheuchen." — Vielleicht, daß auch dieser in gleichem Sinne gewagte Versuch einer Skizzirung dessen, was bisher vom Weltall erkannt ist, und wie diese Erkenntniß der Menschheit gewonnen wurde, hierzu Anregung geben und zu einer unbefangenern Auffassung unserer Stellung im Erd- und Weltganzen beitragen könne.

[21] Abschnitt II und III.

Der Himmel um uns her und wie er ward,
Und wie ihn tragend die Nothwendigkeit
Befestigte und die Gestirne daran vertheilte,

(sei es auch wieder nur im Sinne dessen, der diese Worte sprach, des über das menschliche Wissen schon so klar denkenden Parmenides), und um dann[22] im Gesammtzusammenhange an uns vorübergehen zu lassen, wie dieser Himmel der Gegenwart geworden ist, wie er sich allmählich entfaltet hat im Entwickelungsgange der Geschichte, wie das Wissen unserer Zeit hervorgegangen ist aus der Arbeit der Jahrtausende, aus dem Zusammenwirken der gleichzeitigen und der einander folgenden Geschlechter, wie mit jeder Erweiterung desselben die Weltanschauung sich umgestaltet hat, und wie endlich aus diesem wundersamen, bald zerstörenden, bald aufbauenden Entwickelungsproceß emporsteigt die Weltanschauung des Heute.

Nur in seinem Werden wird das Gewordene uns klar.

---

[22] Abschnitt IV, V, VI und VII.

II.

Der Fixsternhimmel.

Die Bewegungen in der „Fix“sternwelt und die Entfernungen der Himmelskörper.

Hipparchus nunquam satis laudatus ut quo nemo magis approbaverit, cognationem cum homine siderum, animasque nostras partem esse caeli, novam stellam et aliam in aevo suo genitam deprehendit, eiusque motu, qua die fulsit, ad dubitationem est adductus, anne hoc saepius fieret moverenturque et eae quas putamus affixas; itemque ausus rem etiam Deo improbam, adnumerare posteris stellas ac sidera ad nomen expungere, organis excogitatis, per quae singularum loca atque magnitudines signaret, ut facile discerni posset ex eo, non modo an obirent nascerenturve, sed an omnino aliqua transirent moverenturve, item an crescerent minuerenturque, caelo in hereditate cunctis relicto, si quisquam qui cretionem eam caperet inventus esset. (Plin., II, 26.) — Vgl. S. 49.

Mirumque procedat improbitas cordis humani, parvulo aliquo invitata successu occasionem impudentiae ratio largitur; ausique divinare solis ad terram spatia, eadem ad caelum agunt. (Plin., II, 23.)

Den Alten war der Sternenhimmel ein Bild ewiger Ruhe. Alles schien an ihm in unbewegter, gleicher Ordnung zu bleiben. Feststehend am festen Himmelszelt schwang der Sterne Heer Jahrtausende hindurch mit diesem sich um den vermeintlichen Mittelpunkt der Welt, um die ruhend gedachte Erde. Schien doch das Zeugniß der Sinne selbst für diese Vorstellung zu sprechen. Wie man auf sanft dahingleitendem Schiff sich in Ruhe und demgemäß wirklich zu sehen glaubt,

daß die Ufer sich vorüber bewegen, so mußte man auch von der ruhenden Erde aus in der That zu sehen glauben, daß die Sterne sich Tag für Tag von Ost nach West um die Erde schwingen; und da sie — auch dies schien der Augenschein zu lehren — bei diesem Umschwunge stets dieselbe Stellung zueinander beibehielten, stets dieselben unveränderten Gruppen bildeten, mußte man glauben, daß sie selbst unbeweglich seien. Indem man dann zugleich auch die unserm Auge als eine ungeheuere Hohlkugel erscheinende Himmelswölbung als Wirklichkeit nahm, kam man zu der naheliegenden Vorstellung, daß die Sterne an dieser Hohlkugel befestigt seien, und daß der tägliche Umschwung derselben die gleichmäßige Bewegung des gesammten ihr eingehefteten Sternenheers hervorbringe, daß also, wie Aristoteles sagt, „die Himmelssphäre um die Erde schwingt, die Sterne aber in ihr befestigt ruhen". [23]

---

[23] Aristoteles (De coelo", II) beweist dies alles als das allein Begründete; und zwar zunächst (Kap. 4): daß das Himmelsgewölbe nothwendig die Form einer Kugel haben müsse. Alles übrige ist gewissermaßen nur ein Reflex dieser ersten Sinnentäuschung. Aus der Kugelform des Himmelsgewölbes ergibt sich ihm auch die gleiche Form der innern Schichten desselben (nämlich der nach Analogie der Fixsternsphäre gedichteten und von Aristoteles „vorausgesetzten" Planetensphären). In Kap. 8 untersucht er dann weiter, ob die „augenscheinliche" Bewegung der Gestirne durch den Umschwung dieser „Kugelschalen" hervorgebracht werde, oder ob sie den Gestirnen selbst zukomme, wobei er vorläufig wiederum voraussetzt, was er Kap. 14 als ebenso nothwendig beweist: daß die Erde ruhe (*τὴν δὲ γῆν ὑποκείσθω ἠρεμεῖν*). Das Endergebniß seiner Erwägungen ist: „es bleibt nur übrig anzunehmen, daß die Sphären (Kreise) sich bewegen, die Gestirne aber in ihnen befestigt ruhen und von ihnen um die Erde getragen werden (... *λείπεται τοὺς μὲν κύκλους κινεῖσθαι, τὰ δὲ ἄστρα ἠρεμεῖν καὶ ἐνδεδεμένα τοῖς κύκλοις φέρεσθαι*).

Röth macht zu dieser Stelle die treffende Bemerkung: „Es ist dies nur einer von den unzähligen Fällen, wo Irrthümer von den Den-

So wurden die Sonnen der Himmelsräume zu „Fixsternen“: Lichter an der Feste des Himmels, die ἐνδεδεμένα

---

kern mit völliger Sicherheit als Wahrheiten aufgestellt werden. Und nicht blos ein großer Theil des antiken, sondern, wie sich von selbst begreift, auch des heutigen Ideenkreises zerfließt auf diese Weise in Trug und Wahn.“

Eine Mahnung für uns, nicht allzu sehr von der Unfehlbarkeit unserer heutigen Theoreme überzeugt zu sein! Mitten im ewigen Fluß der Dinge stehend, ist auch die Weltanschauung der Gegenwart durch das bedingt, was bisher vom Kosmos erkannt ist; und nicht wenige jener Dogmen auf allen Gebieten des Wissens und Glaubens, die heute vielen unzweifelhaft scheinen, an welche nicht zu glauben bald für „unwissenschaftlich“, bald für „irreligiös“ erklärt wird, dürften einer nicht allzu fernen Zukunft schon in gleichem Lichte erscheinen, wie uns heute die Vorstellungen des Aristoteles. Hätte Schopenhauer dies erwogen, er würde Anstand genommen haben, den Stagiriten, den er immerhin für einen „großen, ja stupenden Kopf“ gelten läßt, wegen jener Vorstellungen vom Weltbau einen „seichten Schwätzer“ zu nennen, ein Verdict, welches die ganze Reihenfolge der Jahrhunderte bis zur neuern Zeit heran in gleicher Weise treffen würde; ja selbst noch die großen Begründer unserer heutigen Weltanschauung, einen Kopernicus und Keppler! Denn beide hielten noch zum Theil an jenen aristotelischen Vorurtheilen fest, auf welche Schopenhauer vom Standpunkte unsers heutigen Wissens mit Geringschätzung herabsieht. Noch Kopernicus hegte nicht den mindesten Zweifel gegen das geheiligte, insbesondere durch Aristoteles zur Geltung gelangte Dogma der Kreisbewegung der Gestirne, das erst Kepler's Gesetze für immer zerstören sollten, während dieser wie jener noch an das aristotelische Himmelsgewölbe mit den festgehefteten Sternen glaubten, Kepler wenigstens in seiner frühern Zeit. (Vgl. Kosmos, III, 202 u. 478.)

Dürfen wir nun deshalb über Kepler ein ähnliches Urtheil fällen, wie Schopenhauer über Aristoteles, weil schon vor ihm Bruno und andere zu ahnen gewagt hatten, daß jene unzähligen Sonnen der Himmelsräume freischwebend ihre Bahnen wandeln?

Wenn es Schopenhauer's Indignation erregt, daß Aristoteles ähnliche Ahnungen früherer Denker bei seinem Weltbau nicht verwerthet habe, so scheint er uns zu übersehen, daß dies eben nur vereinzelte, durch das Gesammtwissen der Zeit nicht unterstützte Ahnungen gewesen sind.

Bei unbefangener Betrachtung vom Standpunkte der Gesammtent-

des Aristoteles, die προςπεφυκότες des Ptolemäus, die sidera infixa coelo des Cicero, die astra fixa des Manilius; so durfte Seneca das ganze Heer des Himmels fixum et immobilem populum nennen.[24]

Bezeichnet sie auch Plinius als „stellas, quas putamus affixas" (die Sterne, welche wir unbeweglich „glauben")[25]: der Gedanke, daß sie frei schwebend im

---

wickelung dürfte nicht zweifelhaft bleiben, daß und warum solche vereinzelten Lichtblicke weder die Denker selbst, in denen sie aufflammten, noch die damalige Zeit überhaupt zu einer richtigern Gesammtanschauung führen konnten. Wir kommen im Abschnitt V hierauf zurück.

[24] In diesem Sinne, weil das „ganze Volk der Fixsterne" unbeweglich erschien, nennt Apulejus den Fixsternhimmel selbst orbis inerrans, ähnlich wie nach Analogie der ἀπλανῆ ἄστρα (der nicht wandernden Gestirne) die Sphäre selbst σφαῖρα ἀπλανής genannt wurde. Die Bemerkung, welche Ptolemäus über diesen Ausdruck macht, enthält die Vorstellung, welche mit seinem System bis zur neuern Zeit geltend blieb: „Insofern die Sterne ihre Abstände stets zueinander bewahren", meint Ptolemäus, „können wir sie mit Recht ἀπλανεῖς nennen; insofern aber die ganze Sphäre, in welcher sie gleichsam «angewachsen» ihren Lauf vollenden, eine eigenthümliche Bewegung hat, ist die Benennung ἀπλανής für die Sphäre wenig passend."

Mochten auch zuweilen einzelne Zweifel gegen diese Vorstellung von festen, soliden Himmelssphären, durch welche die Sterne getragen wurden, auftauchen, wie z. B. Seneca fragt: solidumne sit coelum, ac firmae concretaeque materiae, an ex subtili tenuique nexum (Nat. Quaest., I, 1), sie hat sich durch das ganze Mittelalter hindurch erhalten, ja selbst dann noch fortgelebt, als Tycho de Brahe die Unmöglichkeit solider und durchsichtiger Sphären erwiesen hatte. — In Betreff der Fixsternsphäre ist dies um so erklärlicher, als die Stellung der Sterne nach Jahrtausenden noch ebenso erschien, wie sie von den Alten angegeben war, sodaß die Sterne in der That dem Himmelsgewölbe „angewachsen", eingeheftet erscheinen mußten.

[25] Der Zweifel an der Unbeweglichkeit der Fixsterne, der sich in dem „putamus" ausspricht, gehört nicht sowol dem Plinius als vielmehr dem Hipparch an. Dieser war es, dem unerwartete Wahr-

Raum ihre eigenen Bahnen wandeln, blieb dem ganzen Alterthum und Mittelalter fremd. Welche Offenbarung hätte ihn auch eingeben sollen, da die Wahrnehmungen noch nicht gelehrt hatten, daß die „Lichter an der Feste des Himmels" wirklich ihren Ort verändern, daß diese Feste, ja daß die ganze damalige Vorstellung vom Weltbau in allen ihren Theilen auf Sinnentrug oder vielmehr auf einer Reihe von Fehlschlüssen beruhe, zu welchen die erste oberflächliche Beobachtung der Erscheinungen und die mangelhafte Kenntniß derselben sowie die Geringfügigkeit des Wissens überhaupt verführt hatten.

Wenn irgendwo, so tritt uns in der Entwickelungsgeschichte der menschlichen Vorstellungen vom Weltbau klar vor Augen, daß die Quelle unserer Erkenntniß nur in den Dingen und in den von den Dingen uns zukommenden Vorstellungen zu suchen ist.[26] Das bekannte Wort unsers großen Dichters ist daher umgekehrt wol noch allgemeiner wahr:

> Mit der Natur steht der Genius in ewigem Bunde,
> Wie die eine sich zeigt, gestaltet der andere sich!

Jede neuere Wahrnehmung gestaltet die frühere Vorstellung von den Dingen um, ruft neue wach, bis endlich die ganze Grundlage der alten Weltanschauung zerstört, eine völlig andere an deren Stelle getreten ist.

Das aber ist das Werk der Jahrtausende.

Um dahin zu gelangen, mußten viele Jahrhunderte von aufmerksamen Beobachtungen vorausgehen, „mußte eine lange Reihe von Täuschungen und Irrthümern bekämpft,

---

nehmungen zuerst solche Zweifel aufdrängten. (Vgl. das Motto.) Plinius selbst nennt die Fixsterne quas diximus mundo (i. e. coelo) affixas (II, 6). Der Gedanke der „Eigen"bewegung derselben lag ihm, wie allen seinen Zeitgenossen, noch fern.

[26] Vgl. Note 65.

mußte der Fleiß und der Scharfsinn der trefflichsten Männer aller Zeiten und Nationen vereinigt werden, um in den äußerst verwickelten Phänomenen, welche uns der gestirnte Himmel darbietet, die bloße Erscheinung von der ihr zu Grunde liegenden Wahrheit zu trennen, um in diesen Erscheinungen die ihnen zu Grunde liegenden Thatsachen zu erkennen, und um endlich von diesen Thatsachen sich bis zu dem Gesetze, dem sie alle gehorchen, bis zu dem alles umfassenden Princip der allgemeinen Gravitation zu erheben, aus welchem alle jene Phänomene, wie aus einer gemeinschaftlichen Quelle, abgeleitet werden können."

Als dies geschehen war, als Messung und Beobachtung nunmehr die „Eigen"bewegung der „Fix"sterne und deren verschiedene Entfernung erkannt und festgestellt hatte, da war mit der Ruhe der Erde auch die Ruhe der Sternenwelt für immer gestört. Losgelöst von der geträumten Himmelssphäre wandeln sie jetzt frei schwebend ihre Sternenbahn, hier einzeln, dort zu kleinern und größern Gruppen vereint, gemeinsame Schwerpunkte umkreisend. Nicht „der Sphären mystische Tänze"[27], wol aber die vielverschlungenen Bewegungen der Doppel- und mehrfachen Sterne sowie die Eigenbewegung aller jener zahllosen Sonnen und Sonnensysteme hat die Wissenschaft unserer Tage jetzt wirklich vor unserm Blicke enthüllt.

---

[27] Schiller's „Menschliches Wissen" schließt mit der Frage:

So beschreibt mit Figuren der Astronome den Himmel,
Daß in dem ewigen Raum leichter sich finde der Blick;
Aber versteht er darum der Sphären mystische Tänze,
Weil ihm das Sternengewölb' sein Planiglobium zeigt?

Hat aber nicht die wundersame Erweiterung des menschlichen Wissens vom Kosmos während der hinter uns liegenden Jahrtausende diese Frage, wenn auch bisher nur zum kleinsten Theil, bereits zu beantworten begonnen, und dürfen wir zweifeln, daß die unabsehbare Reihe der noch vor uns liegenden die weitern Lösungen bringen wird?

Mit welch andern Augen schauen wir nun den Himmel an! Ist es auch dieselbe Erde, auf der wir wandeln, ist es auch derselbe Himmel, zu dem wir aufblicken, wie ganz anders erscheinen sie uns heute, gegenüber den Vorstellungen, welche Jahrtausende hindurch der Menschheit unzweifelhaft geschienen, Jahrtausende hindurch die Grundlage ihrer Ideenkreise, ihrer religiösen Vorstellungen gebildet hatten!

Ob auch dieselbe, es ist eine neue Welt, die sich der Menschheit, welche die Menschheit sich erschlossen hat.

Nicht die Erde allein, die gesammte Sternenwelt ist in ruheloser Bewegung. Nirgends im Weltall gibt es absolute Ruhe, in der siderischen Sphäre des Kosmos so wenig wie in der tellurischen.

Wie hier auf unserm Planeten nicht nur die geistige, wie auch die ganze materielle Welt bis in ihre kleinsten Theile, die sogenannten Atome und Molecule, hinein durch Licht und strahlende Wärme, durch chemische und elektrische Processe und durch den die ganze Erdennatur — nicht blos die sogenannte organische — durchdringenden Stoffwechsel in unaufhörlicher Bewegung ist, wie alle diese Wechselwirkungen die große Dreiheit des Erdkörpers, Luft, Meer und Land, in beständiger Bewegung erhalten, wie (vielleicht wieder in Wechselbeziehung hiermit[28]) der Planet selbst, umschwingend um seine Achse, mit den übrigen Gliedern des Sonnensystems ruhelos die Sonne umkreist, den Urquell aller jener Bewegungen, — so ist auch diese, so sind auch die zahllosen

---

[28] Auf diesem Wege dürfte sich vielleicht der Ergründung dessen näher kommen lassen, was als „Gravitation" in die Erscheinung tritt, und damit endlich die wunderliche, noch immer als Aushülfe für unsere Unkenntniß dienende Vorstellung entbehrlich werden: daß die Himmelskörper durch einen in der Tangentialrichtung erhaltenen und in alle Ewigkeit fortwirkenden Stoß ihre Kreisbewegung begonnen hätten. (Im Abschnitt VI werden wir näher hierauf eingehen.)

Sonnen der Himmelsräume, die einst festgeglaubten und unbeweglich scheinenden „Fixsterne“, die Atome und Molecule des Weltalls, „wimmelnd nach allen Richtungen hin“, in den Zug einer vielfach gegliederten, unendlich verwickelten Bewegung hineingezogen.

Nicht in ewiger Ruhe, in ewiger Bewegung ist alles, was wir an der Himmelsdecke sehen.

Das ist die Weltanschauung, zu welcher die Gegenwart sich emporgearbeitet hat. Freilich ist unser körperliches Auge nur erdenhaft.

Die ungeheuere Entfernung der Fixsterne, die Größe der Verhältnisse, für welche unser Blick nicht ausreicht, läßt uns jene Bewegungen im Makrokosmos ebenso wenig unmittelbar wahrnehmen wie die des Mikrokosmos, in dem, nach der entgegengesetzten Richtung hin, wegen der Kleinheit der Verhältnisse, nicht nur die Bewegungen, sondern das Sichbewegende überhaupt für unser Auge verschwindet. Hier aber hat sich der Mensch das Werkzeug geschaffen, welches das Kleine zu ihm herauf in seinen Gesichtskreis bringt, ihm eine unmittelbare Anschauung desselben möglich macht. Das Mikroskop rückt ihm die Gegenstände näher[29], sodaß sie das Auge zu erkennen und zugleich zu überschauen vermag; und wie mit einem Zauberschlage eröffnet sich eine neue Welt seinem Blicke. Welche Wunder hat es uns nicht allüberall enthüllt! Denken wir z. B. an das Capillarsystem, an die Haargefäße des thierischen Organismus, welche Jahr-

[29] Eine gewöhnliche Taschenuhr gibt uns ein anschauliches Beispiel. Mit bloßem Auge sehen wir von der Bewegung des Stundenzeigers nichts, und auch die des Secundenzeigers ist kaum wahrnehmbar. Unter das Mikroskop gelegt, erscheint schon bei hundertmaliger Vergrößerung die Spitze des letztern in ziemlich schneller, zitternd-stoßweiser Fortbewegung, während sich der Stundenzeiger äußerst langsam und schwerfällig weiter schiebt.

tausende hindurch dem menschlichen Auge verborgen waren, und sehen wir nun zu, welche Welt des Lebens sich in ihnen tummelt! „Es kann kaum ein prachtvolleres mikroskopisches Bild geben", sagt Beneke in seinen physiologischen Vorträgen, „als dasjenige, welches die durchsichtige Schwimmhaut eines lebenden Frosches unter dem Mikroskop darbietet. Breitere und immer zarter werdende, sich endlich schlingenförmig umbiegende Kanäle durchziehen in Form eines Netzes das Gewebe der Haut; in ihnen bewegt sich die hellgelbliche Blutflüssigkeit, und in der Mitte dieses Stromes rieseln, gleich den Sandkörnern auf dem Boden eines klaren Baches, die rothgefärbten Blutkörperchen, in den größern Gefäßen in größerer Anzahl, in den zartern einzeln und eines dem andern folgend."

Leuwenhoek, der erste, der dieses Wunder sah, ruft begeistert aus: „Hier bot sich mir ein Anblick dar, entzückender als irgendetwas, was meine Augen je vorher gesehen hatten."

Diese lebendige Bewegung, von der das bloße Auge auch nicht das mindeste wahrnimmt, läßt sie uns nicht die nicht minder lebensvolle Bewegung der Himmelskörper ahnen, die in gleicher Weise, unserm Blick verschlossen, ungesehen vor uns „Sehenden" ihre Bahnen wandeln?

Um uns dieses Bild organischer Verhältnisse noch deutlicher vor Augen treten zu lassen und dessen Gleichartigkeit mit kosmischen Vorgängen überzeugend darzuthun, erinnert uns Carus daran: „daß im Blute eines höhern Geschöpfs die Menge der Blutkörperchen gleich der der Gestirne geradezu ins Unermeßliche geht, daß schon eine Kubiklinie deren gegen drei Millionen enthalten kann; daß ferner diese im Plasma schwimmenden und dort rastlos entstehenden und vergehenden Zellen sich wechselnd erhellen und verdunkeln, und endlich daß sie alle in stetiger Rotation nach unend-

lichen spiralig verschlungenen Bahnen sich bewegen, sodaß von keinem einzigen irgend ausgesagt werden könnte, daß es genau auf denselben Punkt jemals zurückkehre".

Daß dieser schöne Vergleich in allen Punkten auf das wunderbarste zutrifft, werden wir später sehen. Hier kommt es zunächst nur darauf an, uns zur Anschauung zu bringen, wie die Bewegungen in den kleinsten Verhältnissen genau so wie in den größten für unser Auge verschwinden. Wie staunen wir nicht, wenn uns das Mikroskop „Leben" in unsern Gesichtskreis bringt, wo Jahrtausende nur „Todtes" sahen, wie z. B. die lebhaften Bewegungen der sogenannten Schwärmzellen, jener räthselhaften Wesen auf dem Grenzgebiet zwischen Thier- und Pflanzenleben! Ohne Vergrößerung würde man diese Bewegungen, auch wenn die Pflänzchen selbst vollkommen deutlich wären, gar nicht bemerken können. Eine dreihundertmalige Vergrößerung aber bringt sie uns um so viel näher, und nun mit einem mal sehen wir sie schwimmen, mit und ohne Drehung um ihre Achse. Ist die Bewegung langsam und ohne Hemmung, so zeigt sie sich vollkommen regelmäßig. Sie wird um so unregelmäßiger, je mehr sich die Geschwindigkeit steigert und störende Ursachen einwirken. (Nägeli.)

„Es ist jedem, der die Natur mit geisteslebendiger Anschauung aufzufassen gewohnt ist, in vollem Maße zu gönnen, daß er einmal dazu gelange, das wunderbare Geschöpf Volvox globator mittels eines guten Mikroskops genau zu beobachten. Der Anblick dieser im Wasser oscillirend und rotirend dahinziehenden grünen Hohlsphäre, in welcher eine oder zwei künftige Generationen schon erblickt werden, behält auch für den kältesten Beobachter etwas, das an den Anblick des gestirnten Himmels mit seinen dahinrollenden leuchtenden Sphären erinnert." (Carus.)

Könnten wir nun erst diese leuchtenden Sonnen, die uns

unbeweglich, wie festgeheftet an den Himmel erscheinen, in ihren tausendfach verschlungenen Bahnen dahinrollen sehen, könnten wir unserm körperlichen Auge, wie jenes kleinste Leben, so auch das Leben des Kosmos[30] näher bringen, das sich regt in seinen sternerfüllten Zonen, wahrlich! ein Anblick hehrer Majestät würde sich vor uns enthüllen und uns für immer von der mechanischen Naturauffassung befreien, in deren Fesseln die Gegenwart nur allzu sehr noch gefangen liegt; wir würden erkennen, wie recht Carus hat: „Auch zwischen den Weltkörpern bestehen Lebensspannungen, welche wir, wohlverstanden, ein «Gravitiren», ein wechselseitiges Anziehen nennen können, aber bei welchem der plumpe Gedanke an ein Fortschieben schwerer Gewichte durchaus wegfallen muß. Es ist wol eine ungeheuere, aber

[30] In einer Note zu „Natur und Idee" (S. 203) bemerkt Carus: „Es ist sehr erfreulich wahrzunehmen, wie ein weitumfassender Geist, wie der Alexander von Humboldt's, welcher, als vorzugsweise von der mathematisch-physikalischen Seite in die Naturwissenschaften eingedrungen, nach seinen frühern Aeußerungen oft von der materialistischen Richtung unserer Zeit als Autorität angeführt zu werden pflegte, späterhin (und wol gerade wegen solcher Misdeutung) seine Ueberzeugung von der Lebensbedeutung in den großen Regungen des sogenannten Unorganischen um so klarer aussprach."

Wir meinen, dies sei nicht blos „späterhin" (Carus citirt „Kosmos", IV, 232), sondern von der ersten Seite des ersten Bandes an geschehen, wenn auch, eines so großen Forschers würdig, stets nur in ahnungsvollen Andeutungen. Und gerade das „Leben des Kosmos", wo ist es großartiger erfaßt und geschildert als in jener schönen Stelle (I, 155), mit welcher wir diesen Abschnitt geschlossen haben? (Vgl. die letzten Seiten.)

Wenn wir hier schon auf das hindeuten, was sich auch aus der Gesammtbetrachtung alles Einzelnen ergeben hat, so geschieht dies nicht, um mit diesem „Gesammtleben der Natur" die einzelnen Erscheinungen erklären zu wollen — dies ist und bleibt Sache der exacten Forschung —, sondern nur, um von vornherein zu einer lebendigern Gesammtauffassung, der herrschenden mechanischen gegenüber, Anregung zu geben.

auch eine unermeßlich schöne Vorstellung, Monden= und Sonnensystem in ihrem durch wechselseitige Lebensspannung beschwingten Schweben frei und leicht ohne Druck und Schwerfälligkeit in innerm Genügen und in ewiger Lebensfülle sich regend zu denken.[31]

Solch einen Anblick zu gewinnen, gibt es für den Erdensohn nur Einen Weg. Das Kleine, das Irdische können wir zu uns heraufziehen, nicht aber das Große, das Außerirdische zu uns herab. Wir müssen uns zu ihm erheben. Zwei Seelen wohnen ja in unserer Brust. Wo das Auge des Körpers den Dienst versagt, dringt hin das Auge des Geistes; denn dies allein ist in Wahrheit *sonnenhaft*.

Wär' nicht das Auge sonnenhaft,
Die Sonne könnt' es nie erblicken;
Läg' nicht in uns des Gottes eigne Kraft,
Wie könnt' uns Göttliches entzücken?

Nicht aber das Auge des einzelnen Menschen, das des Menschheitsganzen allein ist berufen, in langer, langer Erdenarbeit sich die Welt zu erobern. Man vergißt nur zu oft, daß die Erkenntniß einer jeden Zeit nicht ihr gehört und dem *Einzelnen* in ihr, sondern den *Jahrtausenden*, aus denen sie hervorgegangen ist. Nur nach und nach enthüllt sich Erscheinung auf Erscheinung, nur allmählich wächst das Erkannte zu einem Ganzen zusammen, und nur schweren, langsamen Fluges vermag sich der Geistesblick der Menschheit auf jene Höhe zu schwingen, von welcher ihm vergönnt ist, das Ganze zu überschauen, dem er eingegliedert ist, um zugleich zu erkennen, daß es wieder nicht das Ganze, daß es wiederum nur Theil eines höhern Ganzen ist. Noch manches Jahrtausend dürfte vergehen, bevor die Ordnung erkannt ist, welche die Bewegungen des Theilganzen beherrscht, dem unser Sonnensystem angehört.

---

[31] Carus, Zwölf Briefe über das Erdleben, S. 58.

Die Bewegungen in der Fixsternwelt.

Wie lange hat es nicht gedauert, ehe der Menschheit auch nur die Ahnung aufging, daß diese anscheinend „festgehefteten" unzähligen Sonnen unsers Astralsystems mit einer Schnelligkeit dahinwandeln, für welche wir kaum eine Vorstellung zu gewinnen vermögen.

Verschlossen in gleicher Weise wie das Rieseln der Blutkörperchen in den Capillargefäßen war dem menschlichen Blicke das Rollen der Welten. Ja, selbst als unser eigener Körper „Erde", hinausgestoßen aus der geträumten Mitte der Welt, vor dem Geistesauge der Menschheit schon in lebenkündender Eigenbewegung um die Sonne schwang, war jenseit des Sonnensystems dem Erdenbürger noch alles todt, noch alles unbeweglich.

Noch Kopernicus und Kepler hielten die Fixsterne für unverrückbar feststehend, waren es doch eben stellae fixae, „dem Himmelsgewölbe eingeheftete Sterne", „Lichter an der Feste des Himmels", wofür sie die kindliche Vorstellung der Menschheit, dem trüglichen Augenscheine trauend, gehalten hatte. Als aber dieses Individuum „Menschheit", eine Weltsecunde älter geworden, sich umblickte in den Himmelsräumen, mußte sich ihm erschließen, was dem ephemeren Dasein des Einzelnen verborgen blieb: die festgeglaubten Himmelskörper hatten ihre Stellungen geändert, die Sternenwelt bekam Bewegung, Leben.

Wie wir sie heute wandeln sehen,
Sah sie der allerält'ste Greis;

nicht aber die älteste Zeit.

Der größte Astronom des Alterthums, Hipparch von Nicäa, dem, wenn er auch in Rhodus lebte (um 150 v. Chr.)[32],

---

[32] Montucla sah als unzweifelhaft an, daß er in Alexandria selbst beobachtet habe; Delambre meint indeß, es liege kein Grund vor, anzunehmen, daß Hipparch seine Beobachtungen anderswo als in Rho-

doch wol auch die für die damalige Zeit gewiß vortrefflichen Instrumente des alexandrinischen Museums zu Gebote standen, hat der Nachwelt eine solche Vergleichung möglich gemacht. „Sidera cuncta notat tacito labentia coelo." Er bestimmte die Fixsternörter und stellte das erste genauere Sternverzeichniß auf [33], angeregt hierzu, wie

---

dus angestellt habe. Dort wenigstens hat er seine wichtigsten Arbeiten ausgeführt, wenn er auch schon, bevor er hier seinen Wohnsitz nahm, in seiner Vaterstadt Nicäa in Bithynien mit seinen Beobachtungen begonnen hatte. Sein Geburts- und Todesjahr läßt sich nicht mehr ermitteln; nur soviel ist aus den Angaben des Ptolemäus sicher, daß er 128 v. Chr. noch in voller Lebenskraft stand.

[33] Es ist dies der erste Versuch, der uns in der Weltgeschichte entgegentritt, den Gesammtzustand des gestirnten Himmels durch mathematische Bestimmung der Sternörter festzustellen; es ist das älteste einigermaßen vollständige Himmelsinventar, das uns überliefert ist.

Cuncta sidera enthält dieser erste Sternkatalog nun freilich nicht, wenn auch die Alten in Bewunderung über die That des Hipparch auf ihn bezogen, was der Dichter vom Palinurus, dem Steuermann des Aeneas, singt (Aen., III, 515). Die ungezählte Sternenmenge, welche erst das Fernrohr dem menschlichen Blicke enthüllt hat, war von vornherein ausgeschlossen und selbst von den dem unbewaffneten Auge erreichbaren 5000 Sternen, von denen außerdem noch ein Theil unter dem Horizont von Rhodus und Alexandrien bleibt, hat Hipparch (nach Plin., II, 41) nur 1600 ihrem Standorte nach bestimmt, und zwar nach Rectascension und Declination oder nach gerader Aufsteigung und Abweichung (die letztere gemessen, um kurz daran zu erinnern, nach dem Abstande des Sterns vom Aequator, bestimmt durch den Bogen eines Kreises [Declinationskreises], der, durch die Pole und den Stern gelegt, den Aequator senkrecht schneidet; die erstere gemessen durch den Bogen des Aequators, zwischen dem Frühlingsnachtgleichenpunkt und dem Declinationskreis).

Im „Almagest" des Ptolemäus, der uns das Sternverzeichniß des Hipparch aufbewahrt hat, sind sogar nur 1022 Sternpositionen, und nunmehr nach Länge und Breite bestimmt, d. h. in gleicher Weise auf die Ekliptik bezogen, wie bei der Rectascension und Declination auf den Aequator, offenbar, weil man inzwischen erkannt hatte, daß sich die Lage des letztern durch die Präcession ändere. (Vgl. Note 37 zu S. 53.)

Diese ihren Oertern nach bestimmten Sterne hat schon Hipparch nach

Plinius erzählt, durch das Erscheinen eines neuen Ster-

---

ihrer Helligkeit in die noch heute üblichen sechs Größenklassen getheilt; nämlich:

1. Gr.	2. Gr.	3. Gr.	4. Gr.	5. Gr.	6. Gr.
15.	45.	208.	474.	217.	49.

Die genauere Feststellung der Helligkeitsverhältnisse und insbesondere die erst mit den Hülfsmitteln der Neuzeit möglich gewordene *vollständige* Aufnahme der schwächern Sterne fünfter und sechster Klasse hat freilich heute ein anderes Resultat ergeben; nämlich nach Argelander:

1. Gr.	2. Gr.	3. Gr.	4. Gr.	5. Gr.	6. Gr.
20.	65.	190.	425.	1100.	3200.

Die übrigen Klassen enthalten die grenzenlose Zahl der teleskopischen Sterne (die siebente Klasse 13000, die achte Klasse 40000, die neunte Klasse 142000 Sterne und so fort, in jeder folgenden Klasse etwa dreimal mehr wie in der vorhergehenden).

Hunderttausende von diesen Sternen sind in unsern heutigen Sternkatalogen bereits genau bestimmt. Dem gegenüber erscheint die Arbeit des Hipparch allerdings nur als ein schwacher Anfang; nichtsdestoweniger war sie von solcher Bedeutung, daß sie anderthalb Jahrtausende hindurch allen spätern Arbeiten gleicher Art zum Muster gedient hat. Erst seit etwa zweihundert Jahren, seitdem man das Fernrohr mit den Meßinstrumenten verband, war man im Stande, *Genaueres* und zugleich *Vollständigeres* an ihre Stelle zu setzen; denn wenn auch Tycho's Positionsbestimmungen es bereits zu einer Sicherheit gebracht hatten, von welcher die frühern Sternverzeichnisse weit entfernt waren, so enthielt sein Katalog doch immer nur noch gegen tausend Sternörter (für das Jahr 1600). „Die große Vervollkommnung der Beobachtungskunst, welche mit Flamsteed anfängt, hatte eine bedeutend genauere und vollständigere Kenntniß der Oerter der Fixsterne zur Folge; da jetzt das an dem Quadranten angebrachte *Fernrohr* möglich machte, die durch die Sichtbarkeit der Sterne für das bloße Auge früher gegebene Grenze zu überschreiten. *Flamsteed's Verzeichniß* enthält schon die Rectascensionen und Declinationen von fast dreitausend Fixsternen für das Jahr 1690." Ihm folgten ein halbes Jahrhundert später die ruhmvollen, durch Bessel's „Fundamenta astronomiae" verherrlichten Beobachtungen Bradley's und demnächst eine lange Reihe von Sternkatalogen, durch welche immer größere Mengen schwächerer Sterne bis zur neunten Größe herab ihren Oertern nach bestimmt

nes.[34] Die Worte des Plinius, der, wie Ideler treffend bemerkt, überall in Begeisterung geräth, wo er den Namen

wurden, bis endlich die auf Bessel's Anregung gefertigten Sternkarten der berliner Akademie *sämmtliche* Sterne bis zur neunten und theilweise zehnten Größe für die Zone 15° nördlich und südlich vom Aequator ihren Oertern nach festgestellt haben.

Dies für den *ganzen* Himmel auszuführen, ist, wie Bessel glaubt, das, was die Gegenwart zu erreichen vermag; es wird die Erbschaft sein, welche sie der Zukunft hinterläßt; das Mittel, mit dessen Hülfe die Nachwelt erkennen wird, was uns heute noch verborgen ist: *die innere Organisation der Fixsternwelt*; wenn auch diese Sternkataloge mit Hunderttausenden von Sternpositionen dann immer noch weit davon entfernt sein werden, „cuncta sidera" zu umfassen. Denn nach Struve's Schätzung beträgt schon die Zahl der im zwanzigfüßigen Herschel'schen Spiegelteleskop 30° nördlich und südlich vom Aequator bei hundertundachtzigmaliger Vergrößerung erkennbaren Sterne 5,800000 und für den ganzen Himmel mehr als 20 Millionen; im vierzigfüßigen Teleskop aber hielt Herschel schon in der Milchstraße allein 18 Millionen für sichtbar!

[34] Man hat diese Erzählung für den Nachhall einer spät erdichteten Sage erklärt. Indeß, wenn es auch wahrscheinlich ist, daß ein Hipparch „auch wol ohne das Erscheinen eines neuen Sternes" sich von der Nothwendigkeit eines möglichst vollständigen Verzeichnisses überzeugt, und die Aufstellung eines solchen unternommen haben würde, so liegt doch hierin kein Grund zu bezweifeln, daß ihm jene Erscheinung in der That die besondere Anregung hierzu gegeben hat. Auch Tycho wurde ja durch das plötzliche Auflodern eines neuen Sterns in der Cassiopea (1572), „der selbst am Tage leuchtete", zu seiner großen Katalogisirung der Sterne veranlaßt. (Vgl. Abschnitt III.) Auffallend bleibt es freilich, daß sich aus dem *abendländischen* Alterthum keine gleichzeitige Nachricht von jener Sternerscheinung erhalten hat, obgleich dieselbe doch mit dem herrschenden Dogma von der ewigen Unveränderlichkeit des Fixsternhimmels in Widerspruch trat. Vielleicht aber ist sie gerade deshalb im allgemeinen unbeachtet geblieben. Den aufmerksamen Himmelsbeobachtern des *Ostens*, den Chinesen, ist sie nicht entgangen. In dem Verzeichniß des Ma-tuan-lin findet sich bei dem Jahre 134 v. Chr. eine „außerordentliche Sternerscheinung" (Kesing, Gaststern) vermerkt. Es scheint dies jener „Fremdling" gewesen zu sein, dessen Erscheinen in Hipparch den Entschluß reifen ließ, den gestirnten Himmel auf eine feste Norm zu bringen, damit erkannt wer-

Hipparch nennt, sind zu merkwürdig, als daß wir sie nicht vollständig wiedergeben sollten. „Eben jener Hipparch, der nie genug gelobt werden kann, da uns niemand besser denn er darzuthun vermochte, wie die Gestirne gleicher Abstammung seien mit dem Menschen und unser Leben Theil des Weltlebens (animasque nostras partem esse caeli), er beobachtete einen erst zu seiner Zeit erschienenen auffallenden Stern, der selbst am Tage leuchtete, und kam durch seine Bewegung auf die Vermuthung: dies könne wol öfter der Fall und wol auch alle die andern beweglich sein, welche uns feststehend scheinen; und so wagte er die kühne «gottlose» That (itemque ausus rem etiam Deo improbam)[35],

---

den könne „anne hoc saepius fieret"; ob also Irrthum war, was bis dahin für unzweifelhaft galt: „daß am Sternenhimmel niemals irgendeine Veränderung vorgehe, weder am ganzen äußersten Himmelsgewölbe noch an irgendeinem seiner Theile und Glieder". (Vgl. Aristoteles, De Coel., I, 3, sowie den folgenden Abschnitt III.)

Da nach des Ptolemäus ausdrücklicher Aussage Hipparch's Verzeichniß an das Jahr 128 v. Chr. geknüpft ist, so dürfte die Identität beider Sternenerscheinungen mehr als wahrscheinlich und kein Grund vorhanden sein, die Erzählung des Plinius mit Delambre als „une historiette" anzusehen.

[35] Seitdem Ideler (in der Untersuchung über Sternennamen) auf diese Stelle des Plinius hinwies, ist dieselbe ein stehendes Citat geworden. Merkwürdigerweise aber werden die Worte „rem etiam Deo improbam" gewöhnlich durch „eine der Götter würdige Unternehmung" wiedergegeben. Gruppe meint: improbus bedeute hier etwa dasselbe, wie in der bekannten Stelle des Virgil: „Labor omnia vincit improbus." Das erstere scheint uns dem Sinn der Worte gar nicht, das letztere ihm nur halb zu entsprechen. Stände res improba allein, so könnte es jener virgilischen Stelle analog gedeutet werden. Plinius setzt aber hinzu „etiam Deo", und scheint uns hiermit neben der Bewunderung über die Größe und Kühnheit der That haben andeuten zu wollen, daß sich dieselbe an Dinge wage, welche, wie Sokrates meinte (Xen. Mem., IV, 7), „die Götter den Menschen nicht haben offenbaren wollen". Ganz in diesem Sinne bezeichnet Plinius es kurz vorher als eine „improbitas cordis humani", den Himmel ausmessen zu

der Nachwelt die Sterne gleichsam zuzuzählen, sie namentlich zu verzeichnen und durch von ihm selbst erfundene Instrumente[36] einzeln nach Ort und Größe so genau zu be-

---

wollen, und diejenige der verschiedenen derartigen Berechnungen hat ihm „plurimum pudoris", welche nicht über den Saturn hinausgeht.

Wo es sich dagegen nicht um „himmlische", sondern nur um unsere „irdischen" Verhältnisse handelt, wie z. B. bei jener vielbewunderten Bestimmung des Erdumfangs durch Eratosthenes (vgl. den Anhang), ist ihm zwar auch dies ein „ausum improbum", aber nicht „etiam Deo"; denn wenn auch immerhin ein verwegenes Unternehmen, die Erde ist doch nur „mundi punctus", ist unsere nächste Heimat.

Demgemäß dürfte die obige Uebertragung dem entsprechen, was Plinius mit jenen Worten ausdrücken wollte. (Vgl. das Motto.)

[36] Das Genauere über diese Instrumente ist uns leider nicht überliefert. Parthey („Das Alexandrinische Museum") bemerkt hierüber: „Ptolemäus gibt uns in dieser Beziehung nur ungenügende Auskunft. Es gehört dies mit zur antiken Objectivität, die überall nur Resultate aufstellt, selten aber die Mittel anzeigt, wie man dazu gelangte. Von den damals üblichen Instrumenten darf man keinenfalls eine große Genauigkeit erwarten; um so mehr ist es zu bewundern, daß Hipparch im Stande war, ohne die Hülfe von Fernröhren, Nonien, Mikrometerschrauben und Pendeluhren so überraschend genaue Resultate zu geben."

So überaus genau, wie es nach diesen Worten Parthey's scheinen könnte, waren die Beobachtungen der Alexandrinischen Zeit denn doch nicht. Ptolemäus freilich hielt die seinigen bis auf fünf Minuten für richtig; doch ließe sich, wie die neuern Astronomen versichern, leicht zeigen, daß sie oft um vieles irriger sind. Nach Bessel dürften die Bestimmungen jener Zeit im allgemeinen bis auf funfzehn Minuten zuverlässig sein, wie denn überhaupt, solange die Astronomie auf das unbewaffnete Auge beschränkt war, Winkel unter zehn oder gar fünf Minuten erst durch Tycho bestimmbar wurden; zu Flamsteed's Zeiten etwa bis auf zehn Secunden, durch Bradley bis zu einer Secunde, und heute bis zu Zehntelsecunden. (Vgl. Note 73.)

Wären so genaue Bestimmungen schon den Alten möglich gewesen, die Ortsveränderungen der vermeintlichen „Fix"sterne wären sicher schon damals bemerkt worden, man hätte nicht noch im 16. Jahrhundert Sterne, die nach den ältern Katalogen in demselben größten Kreise, also scheinbar in einer geraden Linie lagen (Riccioli führt 25 solcher Combinationen von drei und mehrern Sternen an), noch immer genau in derselben

stimmen, daß leicht erkannt werden konnte, nicht nur, ob sie verschwinden und neue entstehen, sondern überhaupt auch, ob sie ihren Ort verändern und vorüberziehen, sowie ob sie an Größe zu- oder abnehmen. So hat er der Nachwelt den Himmel wie zur Erbschaft hinterlassen, falls sich dereinst jemand finden sollte, der sie antreten möchte." [37]

Linie, und die Constellationen überhaupt nicht völlig unverändert zu sehen geglaubt; man wäre nicht gerade hierdurch in dem Glauben an die „Fix"sterne bestärkt worden. „Aber", sagt Arago, „alle jene frühern Bestimmungen waren eben nichts als rohe Annäherungen"; und nach dem, was uns über die Instrumente der Alten bekannt ist (vgl. Note 96), konnten sie füglich auch nicht mehr sein, und durften es auch nicht, wenn nicht die ganze alte Vorstellung vom Weltbau vorzeitig hätte umgestoßen werden sollen, bevor noch die Grundlagen der neuen gewonnen waren.

[37] Selbst heute, sagt Lamont, kann man kaum richtiger den Weg und das Ziel bezeichnen, welche bei Beobachtung der Fixsterne zu wählen sind. Die erste Frucht dieser „res Deo improba" sollte Hipparch schon selbst brechen. Indem er die von ihm mit bewundernswerther Genauigkeit bestimmten Fixsternörter mit denen verglich, welche die beiden ersten Astronomen der großen Alexandrinischen Schule, Timocharis und Aristyllus hundertundfunfzig Jahre früher gefunden hatten, bemerkte er zu seinem Erstaunen, daß, während die Breite der Sterne dieselbe geblieben war, sich die Länge aller um 2 Grad verändert hatte. Da der Anfangspunkt, von welchem aus dieselbe bestimmt wird, der Frühlingsnachtgleichenpunkt (der Durchschnittspunkt des Aequators und der Ekliptik) ist, so schloß er mit Recht, daß dieser sich um 2 Grad fortbewegt habe. Er hatte die „Präcession der Nachtgleichen" entdeckt, freilich ohne sie erklären zu können. Nach Böckh (Philolaos) sollen schon vor ihm die Pythagoräer von dieser „Bewegung des Fixsternhimmels" aus ägyptischen Quellen Kenntniß gehabt haben; und wenn er auch später (Manetho, S. 54) diese Annahme für die Aegypter nicht festgehalten hat, so hat doch Lepsius (Chronologie der Aegypter) mehr als wahrscheinlich gemacht, daß sie diesen letztern in der That schon früh bekannt gewesen ist.

Der gesammte scheinbare Fixsternhimmel, den sich die Alten in nie veränderter Lage um die Erde schwingend dachten, kam hiermit aus dieser scheinbaren Gleichförmigkeit der Stellung heraus. Es war die erste große Schwankung, in welche das Himmelsgewölbe scheinbar

Er hat sich gefunden. Die Nachwelt hat jene große Erbschaft angetreten voll und ganz, wenn auch nicht wenige

---

gerieth, deren Grund in der wirklichen Schwankung der Erdachse, veranlaßt durch die Anziehung der Sonne, des Mondes und der Planeten auf den nicht kugelförmigen (sphäroidischen) Theil der Erde (vgl. Note 93 und Anhang), erst zweitausend Jahre später Newton's Scharfsinn der Menschheit enträthseln sollte. Durch diese Anziehung wird die sich um ihre Achse schwingende Erdkugel in eine ähnliche Bewegung gesetzt, wie der Kreisel eines Knaben, der sich nicht in senkrechter Stellung dreht. Der scheinbare Endpunkt der Achse, d. i. der Pol des Aequators, der Himmelspol, beschreibt infolge dieser Schwankung in 25—26000 Jahren (dem sogenannten Platonischen Jahre) am Himmel einen Kreis von 23½ Grad Halbmesser um den Pol der Ekliptik, welche letztere zwar selbst nicht feststeht, deren verwickelte, in großen Perioden stattfindende Wechsel hier jedoch außer Betracht bleiben können. Durch diese langsame Schwenkung der Erdkugel schieben sich die Nachtgleichenpunkte allmählich gegen die Ordnung der Zeichen von Ost nach West auf der hier als feststehend anzunehmenden Ekliptik zurück. Die hierdurch veränderte Lage des die Ekliptik unter einem Winkel von 23½ Grad schneidenden Aequators ändert im Laufe der Jahrtausende den Horizont und hiermit den ganzen Anblick des Firmaments. Das Himmelsgewölbe selbst scheint auf und nieder zu schwanken. Dadurch treten neue Sterne in unsern Gesichtskreis, während andere unter dem Horizont verschwinden: „die Fixsterne kommen zu uns und entfernen sich wieder durch das Vorrücken der Nachtgleichen". Das prachtvolle Sternbild des Orion, der Sirius, Fomahaud u. a. werden einst in unsern Breiten nicht mehr sichtbar sein; andere dagegen über unsern Horizont wieder emportauchen, wie das strahlende Kreuz des Südens, das vor etwa fünftausend Jahren unsern Vorfahren geleuchtet hat. Als es damals (etwa 2900 v. Chr.) unter dem Horizont von Mitteleuropa verschwand, standen die Pyramiden Aegyptens, die noch redenden Zeugen der alten Cultur des Nilthals, zum Theil vielleicht schon länger als ein Jahrtausend. Auf welche Völkerverhältnisse mag es dazumal hier bei uns in Deutschland niedergeleuchtet haben, und auf welche wird es herabblicken, wenn es dereinst wieder über unsern Horizont emporsteigt! Die Geschichte der Menschheit erscheint in ihrer Winzigkeit gegenüber diesen in ungeheuern Zeiträumen sich vollziehenden Bewegungen, welche ununterbrochen „wie eine ewige Weltuhr" fortschreiten.

Von dieser scheinbaren Schwankung des Himmelsgewölbes hatten die

Geschlechter der Menschen dahinsinken mußten, bevor dies möglich wurde.

---

frühern Jahrtausende, wie von so vielem andern, auch nicht einmal eine Ahnung. Noch dem Aratos zogen die Bilder der Sterne

.... mit dem Himmel einher in ewigem Zuge beständig.
Doch nie schwanket er selbst um ein weniges, sondern durchaus so
Bleibt ihm die Achse geheftet; die hält gleichschwebend vom Umfang
Hier in der Mitte die Erd', und umher dort dreht sie den Himmel.

Und heute? Heute hat sich die fest geträumte Achse seitdem schon so weit umgeschwungen, daß sich der infolge dessen durch alle Zeichen des Thierkreises wandernde Frühlingspunkt bereits um ein ganzes Zeichen verschoben hat, daß er jetzt schon in das Sternbild der Fische fällt, während er zu Aratos' Zeiten noch in der Brust des Widders lag. Das ganze „nie schwankende Himmelsgewölbe" hat seine Lage schon so weit verändert, daß Sterne, die für den Horizont von Griechenland damals nicht untergingen, heute schon unter demselben verschwinden. Der Große Bär, der, wie Homer singt, „niemals in des Okeanos Bad hinabtaucht", und den auch Aratos nicht anders kennt als „scheu vor des Okeanos dunkler Bläue", er hat diese Scheu verloren und taucht seine Tatzen schon in die gefürchtete Flut (der Stern an seinem linken Hinterfuße geht heute für den Horizont von Griechenland unter).

Ja der Himmelspol selbst ist nicht mehr „der ruhende Pol in der Erscheinungen Flucht". Noch zu Aratos' Zeiten mehr als 12 Grad von unserm heutigen Polarstern entfernt, ist er diesem jetzt schon bis auf 1° 30′ 3″,6 nahe gekommen, wird sich ihm noch mehr nähern (bis auf 28′), dann aber weiter rücken, nach 12000 Jahren die glänzende Wega in der Leier erreichen (der prachtvollste Polarstern der Zukunft), bis er nach doppelt so langer Zeit seinen Umschwung vollendet hat und unser heutiger Polarstern wiederum seine Stelle einnimmt, wenn anders bei der ruhelosen Bewegung aller Gestirne sowie der unseres eigenen Sonnensystems sich alsdann die Constellationen nicht schon in etwas geändert haben.

Ist nun auch die Ortsveränderung der Fixsterne, welche durch die Präcession der Nachtgleichen bewirkt wird, nur eine scheinbare, alle Sterne gleichmäßig betreffende (die Länge aller wird dadurch jährlich um 50″,3 verändert), so bildet diese große Entdeckung Hipparch's doch nichtsdestoweniger den Anfang jener Erkenntnißreihe, die schließlich zur Entdeckung der wirklichen Bewegungen der Fixsterne und zur Feststellung ihrer Entfernungen geführt hat. Denn

Edmund Halley, der berühmte Zeitgenosse Newton's, fand jene im „Almagest" des Ptolemäus überlieferten Bestimmungen des Hipparch abweichend von denen, welche Flamsteed fast zweitausend Jahre später in sein großes, 1712 erschienenes Sternverzeichniß eingetragen hatte. Der Unterschied erschien ihm bei drei Sternen: Arcturus, Aldebaran und Sirius, zu groß, um ihn einem jener beiden großen Astronomen als Beobachtungsfehler zuschreiben zu dürfen, zumal auch Tycho's Angaben für Sirius eine Ortsveränderung andeuteten. Halley schloß hieraus, daß diese drei Sterne eine eigene, und zwar nach Süden gerichtete Bewegung zeigten. Die Folgezeit hat diese Vermuthung bestätigt. Jakob Cassini entdeckte 1738, daß die Breite des Arctur schon um fünf Minuten von der abwich, welche Richter 1672 bestimmt hatte, ja daß sich nicht blos die Breite, daß sich auch die Länge der Sterne ändere, sodaß z. B. α im Adler, „wenn alles so fortgeht, nach vielen Jahrhunderten einen Stern, der jetzt östlich von ihm steht, im Westen haben wird". — Tobias Mayer wies dann (1756) aus seinen und den funfzig Jahre früher von Olaus Römer angestellten Beobachtungen bereits von sechsundachtzig Sternen die eigene Bewegung nach. Nunmehr brach sich die Ueberzeugung von der Bewegung aller Fixsterne, insbesondere durch Kant und Lambert, allmählich Bahn. W. Herschel's Untersuchungen (1783) bestätigten dieselbe, und schon vor

allen übrigen Erkenntnissen von der Ortsveränderung der Gestirne mußte die Entdeckung vorausgehen, daß die Punkte, nach welchen die Sternörter bestimmt werden, nicht feststehen. Freilich mußten noch manche andere, nur mit den Hülfsmitteln der neuern Zeit überhaupt erst erkennbar werdende scheinbare Ortsveränderungen gefunden werden, bevor es gelingen konnte, der wirklichen Ortsveränderung der vermeintlichen „Fix"sterne auf die Spur zu kommen. (Vgl. Note 71 und 72.)

Ablauf des vorigen Jahrhunderts war die eigene Bewegung der Fixsterne in ihrer Allgemeinheit anerkannt. Als man dann im Anfang dieses Jahrhunderts die genauen Beobachtungen Piazzi's mit den vierzig bis funfzig Jahre frühern, durch ihre musterhafte Sorgfalt berühmten Beobachtungen Bradley's verglich, traten die einzelnen Differenzen mit großer Bestimmtheit hervor [38], und jetzt ist namentlich durch Bessel, Argelander, Struve und Mädler bereits von nicht wenigen der einstigen Fixsterne die Eigenbewegung sicher bestimmt. „Schon bei siebenhundert Sternen ist sie keinem Zweifel mehr unterworfen, bei allen übrigen mehr als wahrscheinlich." So berichtete noch Mädler in seiner „Populären Astronomie". Seit-

[38] Wäre die wirkliche Ortsveränderung der Gestirne so groß wie die scheinbare, infolge der Präcession entstehende, welche in den hundertundfunfzig Jahren von Timocharis bis Hipparch auf 2 Grad angewachsen war, vielleicht wäre auch sie schon von Hipparch bemerkt worden. Bevor dieselbe jedoch auch nur bei einigen Sternen zu Graden angewachsen und somit bemerkbar geworden war, hatten mehr als achtzehn Jahrhunderte vergehen müssen! Und auch jetzt, nachdem seit Bradley die Beobachtungskunst zu einer großen Vollkommenheit gediehen war, mußten noch mehrere aufeinanderfolgende Generationen zusammenwirken, um die eigene Bewegung der Fixsterne mit Bestimmtheit festzustellen. Erst die Vergleichung zweier Sternverzeichnisse, wie das Bradley'sche und das Piazzi'sche machte einem Bessel möglich, dies mit Sicherheit und in größerm Umfange auszuführen. Denn fast dreitausend Sterne sind in beiden für die Jahre 1755 und 1800 bestimmt, und die Sicherheit ihrer Bestimmungen ist so groß, daß eine eigene Bewegung, wenn sie jährlich auch nur ein Zehntel einer Secunde beträgt, nicht leicht unbemerkt bleiben kann. „Ich habe", sagt Bessel in der «Vorlesung über die Fixsternörter», „unter 2959 Sternen 1375, also fast die Hälfte, gefunden, deren Bewegung diese Grenze erreicht; 71 Sterne bewegten sich jährlich mehr als eine halbe, 18 mehr als eine ganze Secunde. Man sah also, daß die eigene Bewegung eine allgemeine Eigenschaft der Fixsterne ist, daß sie, fast bei der Hälfte derselben, sich schon in zehn Jahren zu einer ganzen Secunde anhäuft." (Vgl. indeß die beiden folgenden Noten.)

dem hat er selbst auf Grund des berühmten Bradley'schen Sternverzeichnisses durch neunjährige mühevolle Rechnungen die Eigenbewegung von mehr als dreitausend Sternen ermittelt; wenn sich auch in dieser „perspectivischen" Eigenbewegung noch die unsers Sonnensystems[39] abspiegelt,

---

[39] Was hier als „Eigenbewegung" der Fixsterne bezeichnet wird, ist die Ortsveränderung der Gestirne, die nach Abrechnung der scheinbaren Ortsveränderungen übrigbleibt, welche infolge der Präcession (Note 37) sowie der Aberration und Nutation (Note 72) entstehen. Diese Ortsveränderung würde die wirkliche sein und somit die eigene Bewegung der Gestirne darstellen, wenn unsere Erde in Ruhe wäre. Da sich dieselbe indeß um die Sonne, und die Sonne wiederum mit ihr durch das Fixsternsystem dahinbewegt, so ist in jener Ortsveränderung neben der eigenen Bewegung der Fixsterne noch diejenige mit enthalten, welche durch die Bewegung unserer Erde und Sonne hervorgebracht wird. Der Theil nun, welcher der Bewegung unserer Erde um die Sonne angehört, ließe sich leicht und sicher trennen, da wir diese Bewegung nach Quantität und Richtung genau kennen und ihre Periode ein Jahr ist; aber dieser Theil der Sternbewegungen (die eigentliche Parallaxe), ist bei den Fixsternen wegen ihrer großen Entfernung so klein, daß sie mit sehr wenigen Ausnahmen hierbei gar nicht in Betracht kommt. Anders steht es mit dem Theil der Sternbewegungen, der Folge der Fortbewegungen unsers ganzen Sonnensystems ist, da wir diese letztere nach Richtung und Quantität noch zu wenig kennen und, was hier am meisten ins Gewicht fällt, die Periode derselben wol Millionen Jahre betragen wird. (Vgl. Note 67.) „Hauptsächlich aus dem letzterwähnten Grunde entzieht sich die Sonnenbewegung, wenn wir sie auf Fixsterne anwenden wollen, unserer Berechnung; wir wissen, daß beide, Bewegung unserer Sonne und Bewegung des Fixsterns, in der «Eigenbewegung» vereinigt sind, aber wir sind unvermögend, beide zu trennen." (Mädler.) Wie man indeß schon jetzt theoretisch den motus peculiaris (die reelle Bewegung des Fixsterns) und den motus parallacticus (die Abspiegelung der Sonnenbewegung am Fixsterne) unterschieden hat, so wird der Zukunft sicher eine praktische Unterscheidung und damit die Feststellung der wirklichen Eigenbewegung der Fixsterne möglich werden. Vorläufig müssen wir uns begnügen, zu wissen, daß die Bewegung der Sonne die Ortsveränderungen der Gestirne nur zum Theil

welche von jener zu trennen und damit die Größe der wirklichen Bewegung zu gewinnen die Wissenschaft für jetzt noch nicht im Stande ist.

Die bisher gemessenen Eigenbewegungen haben die größten Verschiedenheiten gezeigt. Bei einigen steigt sie bis auf 8″ jährlich, bei den meisten indeß ist sie für einen so kurzen Zeitraum verschwindend klein, und selbst durch die feinsten Instrumente erst nach Jahrhunderten, wenn nicht Jahrtausenden, erkennbar.[40]

---

erklärt, daß also ein anderer ihnen selbst, ihrer Eigenbewegung angehören muß.

Zur genauern Ermittelung dieser wird vielleicht eine Entdeckung beitragen, von welcher soeben (August 1865) die ersten Nachrichten veröffentlicht werden; eine Entdeckung, die, wenn ihre Richtigkeit erst außer allen Zweifel gestellt sein wird, zu den wichtigsten physikalischen und astronomischen Fortschritten der Gegenwart zu zählen sein dürfte. Klinkerfues in Göttingen war nämlich durch theoretische Betrachtungen zu der Annahme gekommen, daß durch die Bewegung einer Lichtquelle die in der Richtung der Bewegung ausgehenden Lichtwellen in der Weise beeinflußt werden, daß dadurch eine Veränderung der Brechbarkeit entsteht. Mit Rücksicht darauf sind mit dem Meridianinstrument der göttinger Sternwarte Beobachtungen an dem Lichte solcher Himmelskörper angestellt, welche wahrscheinlich oder notorisch eine geringe oder große Bewegung auf uns haben. In der That haben die bisjetzt bekannt gewordenen Resultate eine überraschende Uebereinstimmung mit dem erwarteten gegeben. Ganz abgesehen von der physikalischen Wichtigkeit der Thatsache, indem sie eine ganz neue Eigenschaft des Lichtes zur Kenntniß bringt, würde durch sie in Zukunft ein Mittel gegeben sein, die Bewegung der Sterne in der Richtung von uns oder auf uns zu direct zu bestimmen, ganz unabhängig von ihrer Entfernung. Beispielsweise hat Klinkerfues die Bewegung eines Sterns in der Cassiopeia gleich 20 Meilen in der Secunde von uns fort, die eines Sternes in den Jagdhunden gleich 17 Meilen auf uns zu gefunden. Auch die Geschwindigkeit unsers Sonnensystems scheint nach der Methode einer ganz directen Bestimmung fähig zu sein. Somit scheint sich die oben ausgesprochene Hoffnung schon in nicht allzu ferner Zukunft erfüllen zu wollen.

[40] Nach zweitausend Jahren werden etwa zwanzig Fixsterne ihren

Nicht aber die hellglänzenden Sterne erster Größe, die man als die nächsten ansah, und bei denen man deshalb die

---

Ort am Himmel um 1° oder darüber verändert haben, alle übrigen weniger und größtentheils viel weniger, namentlich diejenigen der geringern Helligkeitsklassen. Denn wenn auch ungewöhnlich schwache Bewegungen in allen Größenklassen, auch bei den hellern Sternen vorkommen, während andererseits Sterne von geringerer Helligkeit auffallend starke Eigenbewegungen gezeigt haben, so hat sich doch im allgemeinen mit Abnahme der Helligkeit auch eine Abnahme der Bewegung herausgestellt, wenn auch nicht in demselben Verhältnisse. Nach Mädler's Berechnungen nimmt durchschnittlich die mittlere Eigenbewegung in folgender Weise ab. Er findet

für 65	Sterne	der	1. und 2.	Größe	22″,22	seculare	Eigenbew.
„ 154	„	„	3.	„	16″,83	„	„
„ 312	„	„	4.	„	13″,72	„	„
„ 690	„	„	5.	„	11″,09	„	„
„ 994	„	„	6.	„	9″,05	„	„
„ 991	„	„	7.	„	8″,65	„	„

Da nun schon in den letzten drei Klassen beinahe die Hälfte der von Mädler berechneten Eigenbewegungen unter $^1/_{20}$″ jährlich, in zweitausend Jahren also nur $1^2/_3$′ beträgt, so dürfte bei der grenzenlosen Zahl der teleskopischen Sterne, von der zehnten Klasse abwärts, deren Oerter noch gar nicht einmal bestimmt sind (vgl. Note 33), die Ermittelung der Eigenbewegung erst einer sehr fernen Zukunft gelingen. Dagegen läßt sich andererseits bei denjenigen Sternen, deren Entfernung von uns annähernd bestimmt ist (vgl. Note 75), schon jetzt die Geschwindigkeit berechnen, mit welcher sie in einer Secunde an der scheinbaren Himmelskugel fortrücken. Arago gibt folgende Zusammenstellung derselben:

Arctur bewegt sich in einer Secunde	10,7	Meilen
61 im Schwan	8,9	„
Capella	5,2	„
Sirius	4,9	„
i im Großen Bären	3,4	„
α in Centaur	2,4	„
Wega (α) Leier	0,9	„
der Polarstern	0,2	„

Indeß dürfen wir hierbei nicht vergessen, daß diese Zahlen sich nur auf die relativen Ortsveränderungen der Sonne und der Sterne be-

größte Eigenbewegung zu finden erwartete, sondern — auch diese Voraussetzung sollte trügen — Sterne, die man kaum noch, oder die man gar nicht mehr mit bloßem Auge sieht, haben bisjetzt die stärkste Eigenbewegung gezeigt. So z. B. rücken die beiden hellsten Sterne des Orion, Beteigeuze und Rigel, während eines Jahrhunderts nur um 5″,1 und 3″,5 (der helle Stern zweiter Größe, α, im Schwan gar nur 0″,7, und β im Perseus nur 0″,6) fort, der Sirius schon 125″,2, der Procyon um 132″,8, der Arctur um 225″,8; dagegen nun zeigt ein Stern fünfter bis sechster Größe, der berühmte Bessel'sche Schwanenstern (61 Cygni) eine Säcularbewegung von 522″,1, ein Stern sechster Größe im Schiff sogar von 787″, und ein Stern siebenter Größe an der Grenze der Jagdhunde und des Großen Bären von 697″. So geringfügig diese Bewegungen aber auch scheinen, sie werden das Bild des Sternenhimmels allmählich umgestalten. Schon jetzt steht der Arctur um 2½, der Stern im Schwan um 6 und der Stern im Schiff sogar um 9 Vollmondbreiten von jener Stelle entfernt, die er vor zweitausend Jahren einnahm. Das Band des Orion (Hiob 38, 31), es wird sich lösen, und das Südliche Kreuz, die Zierde jener Hemisphäre, dessen vier Sterne mit un-

---

ziehen und nur den Betrag dessen ausdrücken, den man erhält, wenn man sich diese Geschwindigkeit auf die scheinbare Himmelskugel projicirt denkt; daß aber die wahre, eigene Bewegung der Sterne nach Richtung und Betrag uns noch unbekannt ist (vgl. Note 39). Außerdem erinnern die deutschen Herausgeber von Arago's Werken daran, daß die Zahlenangaben jener Zusammenstellung sehr unzuverlässig sind, und zwar in um so höherm Grade, je unsicherer die Bestimmung einzelner Entfernungen ist. So z. B. ist die Parallaxe der Capella nach Peters 0″,046. Der wahrscheinliche Fehler dieser Bestimmung beträgt aber zwei Zehntelsecunden, sodaß wir über die Geschwindigkeit, mit welcher sich dieser Stern erster Größe im Raume fortbewegt, noch so gut wie nichts wissen.

gleicher Geschwindigkeit verschiedenen Weges wandeln, wird nicht immer in dieser Gestalt am Himmel glänzen. Wird es noch unverändert wieder erscheinen, wenn es einst nach zwölftausend Jahren (zu derselben Zeit, wo die prächtige Wega als Polarstern glänzen wird), infolge der Präcession über den Horizont von Mitteleuropa wieder emporsteigt? Doch in jenen Regionen gelten andere Raum- und Zeitmaße. Welch ungeheuere Zeiträume dazu gehören, das bunte Kaleidoskop der leuchtenden Himmelsdecke völlig umzugestalten, davon bekommen wir eine Ahnung, wenn wir von Mädler vernehmen, daß eine vor zwei Jahrtausenden angefertigte und das Firmament treu darstellende Himmelskugel[41]

[41] Himmelsgloben sind ein uraltes Mittel zur übersichtlichen Darstellung der himmlischen Erscheinungen.

Die Chinesen behaupten, daß bei ihnen schon im dritten Jahrtausend v. Chr., unter Jao (dem vorletzten der fünf berühmten alten Herrscher ihrer halbhistorischen Zeit, dessen Astronomen Hi und Ho bereits genaue Sternbeobachtungen angestellt haben sollen), eine derartige Himmelskugel angefertigt worden sei, auf welcher die verschiedenen Sterne durch Edelsteine dargestellt gewesen wären. „Sie war so außerordentlich gut gemacht, daß das ganze Universum nach den abgezeichneten Graden mit allen seinen Bewegungen und Umwälzungen genau erkannt werden konnte"; so berichtet Gützlaff diese naive Sage. Wäre sie mehr als dies — einer solchen Himmelskugel gegenüber würde heute der Sternenhimmel schon wesentliche Veränderungen zeigen, schon eine ziemliche Anzahl jener Fixsterne würden wir heute an andern Orten sehen.

In unserer abendländischen Culturreihe treffen wir bei den Griechen Himmelsgloben seit dem 6. Jahrhundert v. Chr. (seit Anaximander und Kleostratus) an; den ältern Culturvölkern (den Aegyptern und Chaldäern) waren sie aber wol schon um vieles früher bekannt. (Vgl. den Abschnitt IV.) In der Alexandrinischen Zeit waren bereits Globen und Sphären der mannichfaltigsten Art in Gebrauch. Die überaus künstlichen Sphären des Posidonius und Archimedes, welche Cicero (De nat. deor., II, 34) beschreibt, jenes Wunderwerk des letztern, jener „.... globus, immensi parva figura poli", dessen Ovid (Fast., VI, 277) und Claudianus (Epig., 26) gedenken, scheinen unsern Plane-

selbst heute noch brauchbar sein würde, da die wirklich vorgekommenen Stellungsveränderungen auch während jenes langen Zeitraums noch viel zu gering sind, um (mit den wenigen oben angedeuteten und einigen andern Ausnahmen) bei einer mit unbewaffnetem Auge unternommenen Ueberschau des Himmels überhaupt nur bemerkbar zu werden.

Hiermit wird uns klar, wie das Sternenheer so viele Jahrtausende hindurch dem menschlichen Blicke in unwandelbarer Ruhe erscheinen konnte. Auch heute wol würden die Bewegungen der Fixsternwelt noch unenträthselt sein, wäre der Beruf der Menschheit damit erfüllt, an die Weltscholle Erde gefesselt dahinzuleben wie das Thier, unbekümmert um alles, was jenseit unsers irdischen „Zauberkreises" lebt und webt. Doch die Erde ist nur des Menschen Vaterhaus; sein Vaterland, seine ewige Heimat: der Kosmos. Von einer innern Nothwendigkeit getrieben, strebt des Menschen Geist, wie alles übrige hier auf Erden, auf zum Licht [42], strebt er hinaus über die Schranken des Erden-

---

tarien ähnlich gewesen zu sein. Ein Himmelsglobus im gewöhnlichen Sinne war aber wol der, auf welchem Hipparch die von ihm festgestellten Sternörter vermerkt hat; denn daß er dies gethan, dafür scheint eine Stelle des „Almagest" (VII, 1, am Ende) zu sprechen. Eine von Ptolemäus verfertigte Himmelskugel soll noch im Jahre 1043 in der öffentlichen Bibliothek zu Kahira vorhanden gewesen sein; und aus der Zeit der Araber, aus dem Jahrhundert des Kazwini und Nasir-Eddin, besitzen wir noch heute zwei Himmelsgloben, von denen der eine in der Borgianischen Sammlung zu Velletri und der andere im Mathematischen Salon zu Dresden aufbewahrt wird.

[42] Diese enge kosmische Beziehung, auf welche schon die Stellung der Erde als Planet, als Glied im höhern Organismus des Sonnensystems hindeutet, spiegelt sich wieder im gesammten Erdenleben, in der sogenannten todten, unorganischen Natur, für deren Lebensprocesse das wärmeerzeugende Licht der Sonne den Urquell bildet, nicht minder wie in der sogenannten organischen, in der Organisation aller epitellurischen Einzelorganismen: der Pflanzen, Thiere und Menschen.

Die Pflanze ist senkrecht zwischen Erdmitte und Sonne gestellt,

lebens, die Verbindung suchend mit dem höhern Ganzen, dem mit der Erde die Menschheit eingegliedert ist, sucht er

---

mit dem Wurzeltrieb an die Erde gefesselt, mit dem Lichtorgan (Blütentrieb) hinausstrebend in den Kosmos. Ja die Beziehung zu diesem ist eine so enge, daß sie sich schon bei dem ersten Werden der Pflanze kundgibt. Die Tochterpflanze steht in der Mutter auf dem Kopf, streckt ihr Wurzelende dem Licht der Sonne zu. Erst wenn der Same abgefallen, wenn er „durch das Zusammenwirken des Himmels und der Erde" geboren ist und die Erde berührt, dann wendet er sich, klammert die Wurzel an die Erde an

tellus cognati retinebat semina coeli (Ovid)

und strebt zurück in Stengel und Blüte dorthin, woher jene die erste Kraft sog: auf zum Licht.

Aehnlich im Thierreich. Nicht nur, daß, wie Carus (Natur und Idee, S. 362 Anm.) trefflich dargethan hat, der große Gegensatz von Licht- und Erdseite in der Organisation des Thierkörpers unverkennbar hervortritt: je vollkommenerer die letztere wird, um so mehr heben sich auch die höchsten Gebilde dem Licht entgegen. In den Wirbelthieren liegt Hirn und Rückenmark an der Lichtseite.

Im Menschen endlich concentrirt sich die geistige Thätigkeit in dem von der Erde entferntesten Punkte, im Gehirn; und diese Geistesthätigkeit strebt hinaus über die Erdenwelt in das Ungemessene, mit jedem Fortschritt der Erkenntniß weiter und weiter.

Somit offenbart dieses gesammte epitellurische Leben, das man (d. h. die Atmosphäre mit allem, was in ihr lebt und webt) nicht mit Unrecht als das Gehirn des Planeten bezeichnet hat, selbst seine kosmische Natur, es kommt an der Außenseite der Erde zur Erscheinung, steht frei und offen in unmittelbarer Verbindung mit dem Kosmos, erfährt dessen Einwirkung, ja kommt nur durch diese zu Stande und erscheint somit als Theil des Weltlebens.

Diese „Welt"stellung (d. h. im eigentlichsten Sinne des Worts als Stellung im „Welt-", nicht blos im „Erd"ganzen) ist um so bedeutungsvoller, als sie die höchste Manifestation des Erdenlebens, die geistige Thätigkeit des Menschen, befähigt, hinausstrebend in die Unendlichkeit auch die geistige Verbindung herzustellen mit dem Kosmischen.

Es ist, als ob schon die Griechen dies geahnt hätten, als sie den Menschen „ἄνθρωπος", den „Hochschauenden", nannten (von ἄνω ἀθρεῖν,

heimisch zu werden in seinem größern Vaterlande — im Universum. Reicht die physische Kraft seiner Sinne nicht dorthin, seine geistige vermag die Mittel zu finden, jene zu heben und zu stärken, vermag die Organe zu schaffen, welche diese Kräfte ins Ungemessene steigern und rückwirkend durch das neu Erkannte in ewiger Wechselwirkung dann wiederum die Geisteskräfte zu höherm Streben befähigen.

Erst als sich so im Fortschritte des Entwickelungsganges die Menschheit die Werkzeuge der Beobachtung geschaffen, als das Fernrohr erfunden war, als man es dann bei fortschreitender Vervollkommnung der Methode mit getheilten Instrumenten verband und nun in der Sicherheit der Beobachtungen allmählich so weit gelangte, daß sich nicht blos eine Bogensecunde, sondern sogar Theile dieser Secunde mit Zuverlässigkeit bestimmen ließen, während man jetzt auch Beobachtungen miteinander vergleichen konnte, die eine Reihe von Jahren auseinanderlagen: da erst wurde es möglich, die ruhelose Bewegung der vermeintlichen „Fix"sterne zu ent-

---

aufwärts schauen), dessen aufwärts gerichtetes Haupt (nach der andern Ableitung von ἀνηρ, ανδρος, vgl. Grimm, „Ueber den Ursprung der Sprache"), dessen umschauender, nach oben gerichteter Blick schon auf jene Weltstellung hindeutet.

Getragen von der Ahnung dieser kosmischen Beziehungen, ist die ältere griechische Speculation vorwiegend kosmologischer Natur. Noch Anaxagoras antwortete, als man ihm vorwarf, daß er, in kosmische Forschungen vertieft, sich nicht um sein Vaterland kümmere: „Ich thue es allerdings", und wies nach dem Himmel.

Und das mit vollem Recht, wenn anders wir die Erde dem Himmel nicht entgegensetzen, wenn anders wir nicht vergessen, daß dieser unser Planet beides, unser engeres Vaterland und Theil des Himmels ist.

Wo du auch wandelst im Raum, es knüpft dein Zenith und Nadir
An den Himmel dich an, dich an die Achse der Welt.
Wie du auch handelst in ihr, es berühre den Himmel der Wille,
Durch die Achse der Welt gehe die Richtung der That!

decken und (zum Theil wenigstens) näher festzustellen. Sind auch die vierzehn Erdmeilen (also gegen dreihundert Millionen Meilen), um welche Bessel's Stern jährlich im Weltraum fortrückt, für unser Auge eine verschwindende Größe, erscheint diesem auch der Arctur, der mit einer Schnelligkeit von zehn bis zwölf Meilen in der Secunde dahinfliegt, nicht minder wie das gesammte Heer der Fixsterne, noch immer wie festgewachsen an dem Himmelszelt: die Entdeckung ihrer Eigenbewegung hat sie frei gemacht; nicht mehr „ungesehen" wandeln sie nun vor uns „Sehenden" dahin durch das Universum.

Jetzt erst, nachdem man wußte, daß die „Fix"sterne nicht „fest"stehen, daß die ganze Sternenwelt in ruheloser Bewegung sei, war nun auch das Verständniß jener andern Bewegungen möglich geworden, die inzwischen in den menschlichen Gesichtskreis getreten waren, der

Bewegungen der Doppel- und mehrfachen Sterne.

Erst das teleskopische Sehen hat diese Gebilde überhaupt dem menschlichen Blicke enthüllt. Bis zur Erfindung des Fernrohrs hatte man auch nicht einmal eine Ahnung davon, daß nicht wenige jener unzähligen Lichtpunkte, die dem bloßen Auge nur als einfache Sterne erscheinen, in Wirklichkeit zwei-, drei- und mehrfache Sonnen, ja ganze Sternsysteme sind. Denn Sterne, die weniger als 5′ voneinander entfernt stehen, vermag das bloße Auge nicht mehr als einzelne Sterne zu unterscheiden; selbst die beiden in 6½′ Distanz stehenden Sterne, welche mit α Capricorni bezeichnet werden, erblickt nur ein ganz besonders scharfes Auge getrennt, dem gewöhnlichen erscheinen sie als einfacher Stern. So konnten denn auch die Alten nicht ahnen, daß der eine der beiden Sterne des Zwillingspaars der Dios-

kuren (der Kastor) im eigentlichsten Sinne des Worts selbst ein Zwillingsgestirn, ein Doppelstern ist, da die beiden Sterne dritter und vierter Größe, welche ihn bilden, nur um 3″ voneinander entfernt stehen.

Solche Doppelsterne nun wurden seit der Erfindung des Teleskops in immer größerer Menge bemerkt; ja diese ist endlich, seitdem W. Herschel den ganzen Himmel planmäßig nach ihnen zu durchsuchen begann, vor allen durch Wilhelm Struve so groß geworden, daß, um sie zu bewältigen, jetzt zunächst nur die Sterne zur Kategorie der Doppelsterne gerechnet werden, die weniger als 32″ auseinanderstehen [43]; womit natürlich nicht ausgeschlossen sein soll, daß viele von denen, deren Abstände größer sind, in Wirklichkeit zusammen-

[43] Schon William Herschel hatte die Doppelsterne nach ihren Abständen in Klassen getheilt, deren erste die Sterne bis 4″, die zweite bis 8″, die dritte bis 16″ u. s. w. enthält, sodaß also erst die achte Klasse solche Sterne umfassen würde, die von scharfen unbewaffneten Augen noch getrennt gesehen werden können.

Wilhelm Struve hat von diesen Klassen nur die vier ersten bis 32″ Abstand in die Kategorie der eigentlichen Doppelsterne aufgenommen, und diese wiederum (sie zählen allein schon nach Tausenden) in acht Klassen getheilt, nämlich:

I.	Klasse	bis	zu	1″	Abstand.
II.	„	„	„	2″	„
III.	„	„	„	4″	„
IV.	„	„	„	8″	„
V.	„	„	„	12″	„
VI.	„	„	„	16″	„
VII.	„	„	„	24″	„
VIII.	„	„	„	32″	„

Mit wie kleinen Größen wir es hier zu thun haben, erhellt daraus, daß schon stärkere Fernröhre dazu gehören, um die Doppelsterne von 3″ Abstand getrennt zu zeigen, und daß die noch näher stehenden nur in ganz vorzüglichen Fernröhren unterschieden werden können. Dies erklärt zugleich, weshalb erst nach und nach mit der fortschreitenden Kraft des teleskopischen Sehens dieser Reichthum der Sternenwelt vor uns aufgegangen ist.

gehörige Systeme bilden. Struve hat dies bereits von der Mehrzahl derjenigen dargethan, die nicht über 2′ Distanz haben (und nicht unter der siebenten Größe sind), und zwar namentlich aus der Gemeinschaftlichkeit ihrer Fortbewegung durch den Weltraum; es wird sicher auch bei solchen erkannt werden, die in noch größerer Entfernung stehen, ja auch wol bei manchen von jenen, die schon dem unbewaffneten Auge als nahestehende Sterne erscheinen, die also über 5′ bis 7′ (und in einzelnen Fällen vielleicht viel weiter) voneinander entfernt stehen.

Schon seit Galilei hatte man nun solche nahestehenden Sterne wahrgenommen; Cassini, Flammsteed und Hevel hatten sie in ihre Sternverzeichnisse eingetragen; seit dem Anfang des vorigen Jahrhunderts waren schon etwa zehn bis zwölf besonders beschrieben worden[44], und um die Mitte desselben bereits etwa zwanzig von denen bekannt, die um weniger als 32″ entfernt stehen. Wie man indeß vor Erfindung des Fernrohrs auch nicht einmal auf die Vermuthung gekommen war, daß solche Gruppirungen vorhanden sein könnten, so wenig ahnte man jetzt wieder, als man sie sah, was man in ihnen sah; so wenig wurde man bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts überhaupt nur gewahr, daß das Fernrohr die Wunden, die es durch Zerstörung des alten Himmels, der alten scheinbaren Ordnung des Fixsternhimmels geschlagen, sofort auch wiederum geheilt hatte, indem es der

[44] Es sind dies, wie Mädler sagt, fast nur solche, die jedem aufmerksamen Himmelsbeobachter, mochte er auch zu ganz andern Zwecken seine Musterungen anstellen, in die Augen fallen mußten. Als die merkwürdigsten führt er an: ζ Ursae (1700 am 7. Sept. von Gottfried Kirch gesehen), γ Arietis, γ Virginis (damals gegen 6″ abstehend), α Geminorum, θ Serpentis, p Ophinchi, α Hydrae, ζ Cancri, 61 Cygni, o Capricorni, b Sagittarii (letzterer von Bradley aufgefunden).

Menschheit (alles anderm, was es enthüllte, gar nicht zu gedenken) jene Gruppirungen der Doppel- und mehrfachen Sterne vor Augen brachte, deren Verständniß ihr das Erkennen der wahren Ordnung der Fixsternwelt oder doch wenigstens die Anfänge dieser Erkenntniß möglich machen sollten.

Ohne alle Ahnung hiervon, meinte man, jene nahestehenden Sterne schienen uns nur deshalb dicht beisammen zu stehen, weil wir sie nahezu in derselben Richtung sähen, seien nur „optische" Doppelsterne, ständen aber in Wirklichkeit weit hintereinander, wofür die bei den meisten sehr verschiedene Größe zu sprechen schien. Anderthalb Jahrhundert hindurch kam niemand auf den Gedanken, daß sie „physisch" miteinander verbunden, daß sie zusammengehörige Sternsysteme sein könnten. Solange man von der eigenen Bewegung der Fixsterne nichts wußte, lag dieser Gedanke auch weniger nahe; zumal die geringe Anzahl der damals bemerkten Doppelsterne noch nicht zu Zweifeln an der Richtigkeit der geltenden Meinung Anlaß gegeben hatte. Als aber Halley die Eigenbewegung mehrerer Gestirne entdeckte, als um die Mitte des vorigen Jahrhunderts die Vorstellung, daß alle Sterne in Bewegung seien, schon allgemeiner wurde, als hiermit das Gewirr der Fixsternwelt umfaßbar zu werden begann, da drängte alles darauf hin, nach dem Gesetz und der Ordnung zu suchen, die in jenen Räumen herrscht. Man begann jetzt zu ahnen, daß das Gesetz der Gravitation, dessen Geheimniß soeben nur durch Newton enthüllt worden, vielleicht auch droben gelte in der Fixsternwelt, daß jene nahe nebeneinanderstehenden Sterne doch wol nicht blos scheinbar, sondern in Wirklichkeit nahe ständen, daß sie „physisch" miteinander verbunden, d. h. an ein gemeinsames Gravitationscentrum gefesselt seien, daß auch sie einander umkreisen.

Der erste, der solche Ahnungen aussprach, war Lambert [45], 1760. Abgesehen von den schon längst gehegten und auch

[45] Dem Nachdenken des großen königsberger Philosophen, der schon 1755 in seiner „Naturgeschichte des Himmels" das Gesetz der Gravitation kühn auf die ganze Fixsternwelt übertrug, der aus den wenigen damals bekannten Nebelflecken andere ferne Fixsternsysteme zu erahnen wagte, scheinen die zu seiner Zeit bereits bemerkten nahestehenden Sterne (vgl. Note 44) entgangen zu sein. Hätte Bradley ähnliche Betrachtungen über die nahen Sterne angestellt, wie über die Bewegungen der Sonne und Fixsterne (vgl. Note 62), Kant würde sie gewiß nicht übersehen haben; gewiß würde auch er schon errathen haben, daß auch sie, zu gemeinsamen Systemen verbunden, einander umkreisen. Seine Vorstellung vom Bau der Fixsternwelt würde hiermit eine andere geworden sein, wie denn offenbar der Weltbau Lambert's, abgesehen von der mehr mathematischen Begründung desselben, gerade durch die richtige Erkenntniß der Doppelsternsysteme ein wesentlich anderer geworden ist. Vielleicht ist Lambert durch den 1756, also nach Kant's „Naturgeschichte des Himmels" erschienenen Sternkatalog des göttinger Tobias Mayer, der schon eine größere Zahl Doppelsterne enthielt, auf diese aufmerksam geworden (Lambert war 1756 in Göttingen), hat infolge dessen seinen Scharfsinn auf dieselben gerichtet, und indem er sie als das erkannte, was sie sind, ist er gerade hierdurch dazu gekommen, das Fixsternsystem in reicher, mannichfaltiger Gliederung gewissermaßen von unten auf-, von innen herauszubauen; während Kant vom Planetensystem sofort zum gesammten Fixsternsystem überspringt, sich dieses nach dem Vorgange Wright's um die Ebene der Milchstraße gruppirt denkt und in seiner Gesammtheit um den Sirius kreisen läßt, ohne an die innere Gliederung durch die Doppel- und mehrfachen Sternsysteme zu denken. Nur beiläufig blickt er gewissermaßen von außen in diese innere Organisation hinein, indem er (in der Note zu Seite 83, Band 6, Ausgabe 1839) bemerkt, daß die auf einen kleinen Raum zusammengedrängten Sterne, wie z. B. das Siebengestirn, „vielleicht unter sich ein kleines System in dem größern ausmachen". An dieser Stelle spricht er dann allerdings auch von „Sternen, die in sehr oblongen Kreisen sich um andere Fixsterne als Trabanten bewegen", von „Sternen, die um sich laufende Sonnen haben werden"; aber gerade diese Stelle bestätigt, daß ihm die eigentlichen Doppelsterne noch fremd sind, daß der Gedanke: „auch Sonnen könnten um Sonnen schwingen", bei ihm zwar schon vorhanden, aber weder durch die Doppel-

von ihm getheilten Vermuthungen, daß alle jene Sonnen der Fixsternwelt von ähnlichen Planetensystemen umgeben seien,

---

sterne angeregt noch auf sie angewendet worden ist; denn er knüpft die Idee des Umkreisens nicht an die nahestehenden, an die sogenannten „optischen" Doppelsterne an, sondern will durch dieselben das Erscheinen und Verschwinden „neuer" Sterne erklären, weshalb er sich denn auch, da diese fast sämmtlich nur in der Nähe der Milchstraße sichtbar geworden waren, die Umkreisung solcher Sonnen um andere nur in der Milchstraße denkt. Die schon damals an den verschiedensten Orten des Himmels, fern von der Milchstraße (z. B. im Großen Bären, in der Jungfrau, in der Schlange u. s. w.) entdeckten nahestehenden Sterne hatten also seine Aufmerksamkeit noch gar nicht in Anspruch genommen.

Wenn sich daher Kant seinerzeit darüber beschwerte, daß ihm Lambert, dessen „Photometrie" 1760, und dessen „Kosmologische Briefe" 1761 erschienen, seine Weltordnung entlehnt habe, so hat schon Lambert selbst in einem Briefe an Kant versichert, daß ihm dieselbe „dermalen noch gar nicht zu Gesicht gekommen wäre". Dies wird durch den Umstand erklärlich, daß die Verlagsbuchhandlung fallirt hatte, und die ganze Auflage jahrelang unter Siegel lag (vgl. Arago's Werke). Und warum sollte Lambert auch nicht selbständig, durch ähnliche Anregungen wie Kant, zu seinen Ideen über die Einrichtung des Weltbaues gekommen sein? Jedenfalls war es sein eigenstes Verdienst, auf die wahre Bedeutung der Doppelsterne, die Kant noch entgangen und noch von keinem Beobachter auch nur vermuthet war, zuerst mit Bestimmtheit hingewiesen zu haben. Außerdem hat auch schon der „Kosmos" hervorgehoben, daß Lambert, wie dieser selbst angibt, bereits seit 1749 nach gleicher Richtung hin wie Kant „phantasirt" habe, wenn anders man noch als „Phantasien" bezeichnen darf, was zum Theil wenigstens (wie namentlich Lambert's Vermuthungen über die Doppelsterne und Kant's Ideen über die Nebelflecke) heute, nachdem es durch neuere Beobachtungen außer Zweifel gestellt ist, als eine fast selbstverständliche Schlußfolgerung des denkenden Geistes erscheint. Ob die Denker diese Schlußfolgerungen an eigene oder fremde Beobachtungen angeknüpft haben, ob sie selbst, wie der „Kosmos" sagt, „entblößt waren von eigener Beobachtung und Erfahrung", kommt doch wol nicht in Betracht. Nicht immer sind die Beobachter zugleich auch Denker, wie die Herschel, Bessel und andere. Dann treten diese den Beobachtern ergänzend zur Seite, um den Schatz zu heben, den jene zu Tage

wie die unserige[46], erhebt er zuerst sich zu dem Gedanken, „daß auch die nahestehenden Fixsterne, also die Sonnen

---

gefördert, und aus dem Zusammenwirken beider geht die Erkenntniß hervor.

[46] Diese Annahme, „daß alle jene Sonnen der Fixsternwelt von Planetensystemen umgeben seien", erschien bei den damaligen Kenntnissen von derselben so selbstverständlich, daß Kant im Eingange seiner „Naturgeschichte des Himmels" sagt: „Man weiß heute vom Weltbau noch nicht viel mehr, als man zu den Zeiten des Huygens gewußt hat, nämlich, daß die Fixsterne, als ebenso viel Sonnen, Mittelpunkte von ebenso viel Planetensystemen sind, wie das unsere."

Heute sind wir wenigstens insofern weiter, als wir wissen, daß wir alles dies nicht wissen, und daß wir über etwaige dunkle (nicht mit eigenem Lichte leuchtende) Trabanten jener Sonnen auch wol nicht sobald und jedenfalls erst auf Wegen und durch Hülfsmittel etwas erfahren werden, von denen wir heute noch keine Ahnung haben.

Alles, was wir überhaupt schon von der Fixsternwelt wirklich wissen, hat uns belehrt, daß dort überall neue, eigenthümliche Verhältnisse obwalten, daß es daher voreilig war, vorauszusetzen, es müsse dort sich wiederholen, was wir hier in unserm Sonnensystem sehen. Solange man nur die erste allgemeine Vorstellung hatte, daß alle jene Fixsterne Sonnen seien, ohne sonst von ihnen etwas zu wissen, war es der Natur des menschlichen Denkens gemäß, sie alle unserer Sonne ähnlich zu denken. Schon das Wenige aber, was bis heute von ihnen erforscht ist, läßt uns nicht mehr zweifeln, daß sie von ihr und unter sich unendlich verschieden sind und nur darin ihr ähnlich scheinen, daß sie, wie diese, mit eigenem Lichte leuchten. Dies letztere hat uns die Entdeckung der Polarisation des Lichts neuerdings mit Sicherheit erkennen lassen. Alle Fixsterne haben unpolarisirtes, also eigenes, nicht erborgtes Licht. Nur deshalb nennen wir sie heute noch Sonnen. Vielleicht besteht hierin auch ihre ganze Aehnlichkeit mit derselben; denn wie alles übrige, hat sich auch ihr Licht durch die Spectralanalyse unendlich verschiedenartig offenbart. (Vgl. Abschnitt III, Anhang 3.) Was also etwa jenen Sonnen beigesellt sein mag, es wird unter sich und von unserm Planetensystem nicht minder verschiedenartig sein, als jene Sonnen selbst. Schon unsere Nachbarsonne α Centauri (vgl. Note 77), bietet uns Verhältnisse dar, für welche es in unserm Sonnensystem keinerlei Analogien gibt, wie als sollten wir schon durch diese uns nächste Sonne erinnert werden, daß es darauf ankomme, ein Verständniß des Neuen zu gewin-

selbst, in einer nicht zu langen Zeit eine Revolution um ihren gemeinsamen Schwerpunkt vollenden". Bald nach ihm (1767), doch ohne von den Ideen Lambert's Kenntniß zu haben, weist John Michell[47] mit Hülfe der Wahrscheinlich-

---

nen, das sich uns in der Fixsternwelt darbietet, und zu erkennen, was wir sehen, nicht aber zu träumen über das, was wir nicht sehen. — Derselbe Lambert, der noch in jenen Träumen von Planetensystemen befangen war, hat uns mit der ersten Ahnung von den Doppelsternsystemen, zu denen jene Sonnen sich gliedern, auf diese und hiermit auf den rechten Weg der Forschung hingewiesen. Erst die nähere Erkenntniß jener Systeme wird vielleicht dereinst Anhalt bieten zu Vermuthungen über das, was ihnen, je nach ihrer Verschiedenheit, uns unsichtbar, vielleicht sonst noch zugehört.

„Gewöhnen wir uns also", wie uns der treffliche Mädler zuruft, „von der Natur nur zu lernen, wie sie ist, nicht aber ihr vorschreiben zu wollen, wie sie beschaffen sein müsse. Nur auf diesem Wege werden wir zu einer wahren Naturphilosophie gelangen.

[47] Zu Michell's Zeiten waren solche Wahrscheinlichkeitsrechnungen allerdings noch mehr als gewagt. Auch sind die Voraussetzungen, von denen er ausging, nicht zutreffend (Kosmos, III, 307). Seitdem aber Tausende von Doppelsternen bekannt wurden, konnten derartige Berechnungen immerhin die Wahrscheinlichkeit geben, daß die Doppelsterne nicht blos durch Zufall in solcher Menge nebeneinanderstehen könnten. Wären die Sterne nämlich ohne allen Plan in den Weltraum hinausgestreut, sodaß ein jeder die Stelle einnähme, welche ihm der Zufall angewiesen hat, so würden nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung unter den vorhandenen hunderttausend Sternen bis zur achten Größe herab zwölf Fälle erwartet werden dürfen, wo zwei Sterne innerhalb 16" einander nahe stehen. Die wirkliche Beobachtung zeigt nun, daß 547 solcher Fälle vorhanden sind, die Stellung der Doppelsterne also nicht lediglich Zufall sein könne.

Nachdem indeß die Beobachtung die „physische" Zusammengehörigkeit derselben, inzwischen zum Theil schon wirklich nachgewiesen hat, nachdem durch die bisherigen Untersuchungen sich nur etwa zehn Doppelsterne des reichhaltigen Struve'schen Katalogs als „optisch", dagegen mehrere hundert als „physisch" documentirt haben, dürfen wir annehmen, daß sich das gegenseitige Verhältniß auch bei den übrigen, noch zu untersuchenden Doppelsternen in ähnlicher Weise gestalten werde, ohne daß es jener Wahrscheinlichkeitsrechnungen noch weiter bedarf, aus

keitsrechnung nach, daß die Gruppirung der Doppel- und mehrfachen Sterne nicht vom Zufall herrühren könne, daß das nahe Zusammenstehen der Sterne in einer innern Beziehung derselben seinen Grund haben müsse, und ist schon durchaus nicht mehr im Zweifel darüber, daß jene Sterne umeinander graviliren. — Noch aber standen diese Ahnungen der Denker vereinzelt da, noch hatte die Beobachtung nicht dargethan, daß sie mehr als Vermuthungen, daß sie Wirklichkeit seien. Natürlich also, daß sie zunächst nicht durchdrangen. Kämpften doch selbst dann noch viele in den hergebrachten Dogmen befangene Männer der Wissenschaft gegen sie an, als die Beobachtung sie bereits bestätigt hatte. 1778 gab der manheimer Astronom Christian Mayer seine „Vertheidigung neuer Beobachtungen von Firsterntrabanten" heraus, in welcher schon achtzig größtentheils von ihm entdeckte Doppelsterne (darunter siebenundsechzig mit weniger als 32" Abstand) genau beschrieben waren[48], und wies aus

---

welchen sich für die einzelnen Sternpaare doch immer keine sichern Schlüsse ableiten lassen. Die allgemeinen Folgerungen aber, zu denen sie führen, dürften eben wegen dieser Unbestimmtheit über das Einzelne kaum größern Werth haben als die vorgreifenden Ahnungen der speculativen Philosophie. Nur Beobachtung und Erfahrung wird uns hier wie überall mit der Wirklichkeit bekannt machen.

[48] Der harte Tadel, den Christian Mayer (nicht zu verwechseln mit dem S. 56 erwähnten berühmten göttinger Tobias Mayer) wegen der mannichfachen, bei diesen ersten Doppelsternbeobachtungen sehr erklärlichen Irrthümer von seinen Zeitgenossen erfuhr, ein Tadel, dem zum Theil, wenn auch in anderer Beziehung, selbst noch Arago beistimmt: „...gleichviel, ob die Irrthümer eine Folge des Leichtsinns und der Ungeschicklichkeit des Beobachters gewesen waren, oder ob man sie den Verkündigungen beizählen muß, welche manche Gelehrte häufig aufs gerathewohl in die wissenschaftliche Welt schleudern, gewissermaßen um zukünftige Entdeckungen vorweg in Besitz zu nehmen" (Arago, XI, 423) — dieses herbe Urtheil hat neuerdings gerechterer Würdigung der Mayer'schen Beobachtungen Platz gemacht, von denen, wie Mädler rühmend hervorhebt, „einige noch heute zu den schwierigsten Objecten

dieser und den Beobachtungen früherer Astronomen nach, daß mehrere ihre gegenseitige Stellung verändert hatten; daß also, wie er einem Hauptgegner, dem Pater Maximilian Hell, Director der Sternwarte in Wien, gegenüber aussprach: „die kleinern, dem großen nahestehenden Sterne entweder Planeten desselben, oder daß beide Weltkörper, der Hauptstern und sein Begleiter, zwei umeinanderkreisende selbstleuchtende Sonnen seien“.

Daß sie das erstere nicht sein konnten, war nicht schwer zu beweisen, Fixsterne aber als Trabanten von Fixsternen zu denken: zu solchen Vorstellungen konnte man sich anfangs gar nicht erheben. Gewohnt, alles nur nach unsern irdischen Verhältnissen und Bedürfnissen zu beurtheilen —

Denn aus Gemeinem ist der Mensch gemacht,
Und die Gewohnheit nennt er seine Amme,

auch im Denken —, fragte einer der gelehrtesten Gegner dieser Entdeckung, der petersburger Akademiker Nikolaus Fuß: „Sonnen um Sonnen kreisen? Wozu sollten solche Dinge nützen? .... Bei uns ist die Sonne allein die wirkende Ursache der Bewegung unsers und der übrigen Planeten und zugleich die Quelle, aus welcher sie sämmtlich Licht und Wärme schöpfen; dort würden es Systeme von lauter Sonnen sein, die von andern, an Größe und Glanz vielleicht unterschiedenen Sonnen beherrscht würden. Ihre Nachbarschaft und ihre Bewegung würden ohne Zweck und ihre Strahlen ohne Nutzen sein, weil sie nicht Körper mit Licht zu versorgen brauchen, denen es selbst zutheil ward. Wenn

---

zählen“. Sie werden die Stelle behaupten, die ihnen in dieser Entwickelungsreihe gebührt, als die meisten und wichtigsten, die überhaupt vor Herschel gemacht worden sind. Schon jetzt ist die Ahnung Mayer's: „daß wol noch die Nachwelt aus der Veränderung des Stellungswinkels der von ihm beobachteten kleinen Fixsternbegleiter wichtige Folgerungen ziehen werde“, in glänzender Weise erfüllt worden.

die Trabanten lichte Körper sind, was ist der Zweck ihrer Bewegung?"[49] (Vgl. Bode's „Astronomisches Jahrbuch für 1785", S. 139 und 140.)

Aber diese Dinge, um mit Arago zu reden, die vor achtzig Jahren zu nichts dienlich erschienen, diese Dinge ohne Zweck und Nutzen sind wirklich da, sind eine der sichersten Errungenschaften der Astronomie, sind von der tiefgreifendsten Bedeutung für die weitere Entwickelung unsers kosmischen Wissens überhaupt; ihre Entdeckung bezeichnet, wie Alexander von Humboldt sagt, „eine der großen Epochen in der Entwickelungsgeschichte des höhern kosmischen Naturwissens".

Während man in Deutschland noch über Mayer's Fix-

---

[49] Wie anders ein Denker wie Lichtenberg! Frei von derartigen Vorurtheilen, wies er sofort auf die folgenschwere Bedeutung dieser großen Entdeckung hin. Schon 1779 schreibt er: „Maskelyne hat den Stern α im Hercules doppelt gesehen; er besteht nunmehr aus einem Stern dritter und sechster Größe, die sich vorher einander deckten. Diese Bewegung könnte von einem Umlauf der Sterne umeinander herrühren. Vermuthlich sind alle Fixsterne, der eine mehr, der andere weniger, solchen Veränderungen unterworfen. Noch dieses Jahrhundert kann sich hierin die wichtigsten Entdeckungen versprechen, da einige der größten Beobachter unserer Zeit sich, wie wir wissen, mit diesen Untersuchungen beschäftigen, die durch Herrn Professor Mayer's in Schwetzingen Beobachtungen von hundert kleinen Sternen in der Nähe von größern, deren Trabanten er sie nennt, nicht wenig werden gefördert werden."

Und im Gegensatze hierzu vermochte sich ein Fachmann wie Hell über das herrschende Dogma, daß die Doppelsterne nur optische, nur durch ein zufälliges Zusammentreffen zweier vielleicht ungeheuer weit hintereinanderstehender Fixsterne gebildet seien, noch so wenig zu erheben, daß er die ersten Nachrichten von Mayer's Beobachtungen als „unverschämte Unwahrheiten" bezeichnete, als „nichtsbedeutende Nachrichten gelehrter Abenteurer, wodurch die Astronomen gefoppt und in ihren höchst wichtigen Arbeiten gestört würden" (Anhang zum Wiener Diarium, 1777, Nr. 102).

Einer jener vielen Belege für die in der Einleitung ausgesprochene Behauptung, daß wissenschaftliche Dogmen dem Fortschritt der Erkenntniß oft nicht weniger entgegentreten als die religiösen.

sterntrabanten stritt, war der große Astronom von Slough bei dem Suchen nach der Parallaxe (vgl. Note 74) schon auf die unerwartete Menge der Doppelsterne aufmerksam geworden, hatte sein Riesenfernrohr und sein Riesengeist sie schon zu Hunderten nicht blos entdeckt, sondern auch als „Doppelsonnen" erkannt, hatte der große Forscher schon nachgewiesen, daß sie nicht zufällig nebeneinanderstehen, daß sie physisch verbundene Sternsysteme, daß sie die untersten Glieder in der aufsteigenden Reihe von Systemen sind, aus welchen sich das Fixsternsystem auferbaut, hatte er hiermit der Menschheit die Pforten der Fixsternwelt eröffnet.[50]

---

[50] Die Zahl der durch Mayer bekannt gewordenen Doppelsterne wurde durch William Herschel schon verzehnfacht. In den Katalogen von 1782, 1783 und 1804 hat er nicht weniger als 846 meist allein von ihm entdeckte, in Position und Distanz bestimmte Doppelsterne aufgestellt. Aber, was weit wichtiger ist als die Vermehrung der Anzahl, er hat die wahren Beziehungen dieser Sterne zueinander richtig erkannt, hat den Begriff von partiellen Sternsystemen, in denen mehrere Sonnen um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt kreisen, festgestellt und begründet, hat überhaupt seinen Scharfsinn und Beobachtungsgeist bereits an allebem geübt, was sich auf Bahn, Umlaufszeit, Helligkeit, Farbenverschiedenheit und Klassifikation nach Größe der gegenseitigen Abstände der Doppel- und mehrfachen Sterne bezieht (Kosmos, III, S. 294).

Und die Wissenschaft? Sie hörte mit Staunen von diesen großartigen Entdeckungen und Ideen, vor denen Widersprüche, wie sie noch Mayer zutheil geworden waren, verstummen mußten. Aber man blieb bei dem Erstaunen stehen. Nicht ein jeder ist ein Herschel. „Er fand im langen Laufe seines Lebens keine Mitarbeiter, die auf diesem unermeßlichen Felde doch so wünschenswerth gewesen wären, und als ihm nach Verlauf von einigen zwanzig Jahren (1802—4) bei einer neuen Durchmusterung der Doppelsterne die Freude ward, unbezweifelbare Veränderungen und dadurch die Bestätigung seiner Ideen zu finden, hatte er dies nur seinen eigenen Untersuchungen zu danken."

Als er dann sein langes ruhmvolles Leben geendet hatte, trat wiederum längerer Stillstand in diesen Untersuchungen ein. Erst in seinem Sohne lebte William Herschel wieder auf. Erst John Herschel

Wußte man seit Kopernicus und Galilei bis zu ihm nur, daß hier in unserm Planetensystem Monde sich bewegen um Planeten (dunkle Weltkörper um dunkle), und daß die Planeten um die Sonne kreisen (dunkle Weltkörper um einen selbstleuchtenden): seit den großen Eroberungszügen W. Herschel's sah man dort jetzt selbstleuchtende Sonnen sich umschwingen um ihresgleichen; denn daß von dort nur Selbstleuchtendes zu uns herüberschimmern könne, daß es nicht Planeten, sondern nur selbstleuchtende Sonnen sind, die wir dort, an gemeinschaftliche Schwerpunkte gefesselt, um diese umschwingen sehen, ist bei der ungeheuern Entfernung der Fixsterne nach allem, was wir über die Abnahme des Lichts wissen, nicht zweifelhaft.

Unsere Sonne, deren scheinbarer Durchmesser in der Sonnennähe (1. Jan.) 32′ 33″,7 beträgt und in der Sonnenferne (2. Juli) bis auf 31′ 29″,2 kleiner wird, würde schon in einer Fixsternweite (vier Billionen Meilen) zu einem Lichtpunkt werden, dessen scheinbarer Durchmesser etwa nur einhundertstel Linie, und dessen Lichtstärke nur den vierzigtausendmillionsten Theil ihrer jetzigen betragen würde; der reiche Inhalt ihres Systems, die ganze Schar ihrer Planeten aber, sie wäre in solcher Entfernung unserm Auge verschwunden.

Sonnen also strahlen uns aus jenen unzähligen Lichtpunkten des Firmaments entgegen, und Sonnen waren die Fixsterntrabanten, auf welche zuerst Mayer's Beobachtungen aufmerksam gemacht hatten; Sonnen, die, zu einem Doppelsonnensystem verbunden, einander umkreisen.

---

und vor allen Wilhelm Struve bauten an dem großartigen Gebäude weiter, dessen Grundsteine der Forschergeist eines Mannes gelegt, der, gleich groß als Denker und Entdecker, uns die ersten sichern Aufschlüsse über den Bau des Weltalls gewonnen hat.

Welch eine reiche Fülle solcher Sondersysteme im großen Fixsternsystem, welch nie geahntes Leben der Fixsternwelt hat sich seitdem den menschlichen Blicken erschlossen, seit William Herschel's Riesenarbeit über die vielfachen Sterne: „die den Grund zu allem gelegt hat, was wir heute von der vielfältigen Gestaltung der Doppelsterne wissen", uns dieses Leben der Sternenwelt im wundersamen Umfange enthüllt hat; seitdem es durch Struve und John Herschel [51] immer reicher und mannichfaltiger vor uns aufgegangen ist!

Schon sind gegen eine Myriade solcher Doppelsternsysteme

---

[51] John Herschel, im Besitz der schönen Instrumente seines Vaters, hat zuerst durch gemeinschaftliche Beobachtung mit James South in England und Frankreich die Zahl der Doppelsterne um 380 und später in Feldhausen am Cap der guten Hoffnung um mehr als 2000 Sternpaare des südlichen Himmels vermehrt.

Aber das Höchste, was auf diesem neuen und unermeßlichen Felde bisjetzt geleistet worden ist, verdanken wir den glänzenden Talenten und der erstaunenswürdigen Thätigkeit des ältern Struve. Sein erstes, 1820 veröffentlichtes Verzeichniß enthielt bereits 796 Doppelsterne. Demselben folgte ein zweites, 1824, mit 3112 Doppelsternen bis neunter Größe in Abständen unterhalb 32", von welchen nur etwa ⅙" früher gesehen worden war. Um diese Arbeit zu vollbringen, wurden im großen Refractor von Fraunhofer an 120000 Fixsterne untersucht. Struve's drittes Verzeichniß vielfacher Sterne ist von 1837 und bildet das wichtige Werk: „Stellarum compositarum Mensurae micrometricae." Es enthält 2787 Doppelsterne. Ein viertes Werk, die genauen Ortsbestimmungen der Hauptsterne dieser Systeme enthaltend, ist 1851 erschienen. Dieses und die frühern, namentlich das dritte, „das als die wahre Grundlage für alle gegenwärtigen und künftigen derartigen Forschungen betrachtet werden, ja, welchem auf dem Gebiete der physischen Astronomie kein einziges an die Seite gestellt werden kann, sowol was den ungeheuern Umfang der Arbeit als die innere Vollendung derselben betrifft" — sie werden der Nachwelt die Mittel bieten, Näheres von jenen Systemen zu erkennen. Daß wir immer und immer wieder auf eine ferne Zukunft verweisen müssen, was könnte uns mehr daran erinnern, daß eine jede Zeit und der Einzelne in ihr nur für die Zukunft arbeitet, nur seinen Beitrag liefert für die Gesammtentwickelung der Menschheit!

(mit Einschluß von mehrern hundert drei- und mehrfacher Sterne [52]) bekannt, und es scheint uns mehr als fraglich, ob Mädler recht behalten wird, daß die große Mehrzahl der Fixsterne solche Verbindungen **nicht** eingegangen sei, zumal wenn wir an den „dunkeln" Siriusgenossen denken.[53] Nach Struve's neuesten Untersuchungen dürfte die Zahl der einfachen Sterne die der Doppel- und mehrfachen Sterne höchstens um das Dreifache, ja vielleicht nur um das Zweifache übertreffen. Bei mehr als 650 solcher Sternpaare ist die Bewegung um einen gemeinsamen Schwerpunkt bereits nicht mehr zweifelhaft, bei etwa sechzig von diesen auch schon die Bahn versuchsweise berechnet, und zwar bei zehn bis zwölf mit solcher Sicherheit, daß die beobachteten Bahnen mit den Rechnungen stimmen. Es sind Ellipsen [54], in denen

---

[52] Unter 2640 von Struve gemessenen Sternen bis 32″ Abstand befinden sich schon:

64 dreifache Sterne,
3 vierfache „
1 fünffacher (nach neuern Forschungen siebenfacher).

Nimmt man dagegen für diese mehrfachen Sterne etwas weitere Grenzen als 32″ an, so erhält man bis zu 75″ Distanz hin überhaupt:

113 dreifache,
9 vierfache,
2 fünf- und mehrfache.

Und 75″ Distanz sind kaum **der vierte Theil** derjenigen, in welcher das bloße Auge Sterne noch getrennt erblickt!

[53] Vgl. S. 92. Noch fraglicher scheint dies, wenn die veränderlichen zugleich Doppelsterne wären. Vgl. Note 163.

[54] Carus macht den Astronomen und auch Alexander von Humboldt zum Vorwurf, daß sie bei den Doppelsternen wie in unserm Planetensystem durchaus an „**elliptischen**" Umläufen festhielten, während diese durch die gleichzeitige Fortbewegung der Sterne im Weltraum nothwendig zu **Spirallinien** werden müßten (Natur und Idee, S. 120 und 127).

So richtig dies auch ist, so scheint es uns doch, als handle es sich hier **nicht um einen Widerspruch**, sondern um eine Auffassung der Bahn von **verschiedenen Standpunkten** und in **verschiedener**

jene Sonnen umeinanderschwingen, mit meist starken Excentricitäten; die sich jedoch, je nach Lage unserer Gesichtslinie

Beziehung. Humboldt und die Astronomen betrachten sie in Bezug auf den gemeinsamen Schwerpunkt vom Standpunkte des besondern Doppelsternsystems, Carus dagegen faßt sie in Beziehung auf den Weltraum auf, durch welchen dasselbe dahinfliegt.

Stellt man sich mit Humboldt auf den Standpunkt des besondern Systems, „zu welchem mehrere selbstleuchtende Sonnen durch gegenseitige Anziehung miteinander verbunden sind“, so scheint uns nicht zweifelhaft, „daß diese gegenseitige Anziehung nothwendig Bewegungen in geschlossenen krummen Linien hervorrufe“ (Kosmos, III, 289). Ob der Schwerpunkt, um welchen beide Sonnen kreisen, feststeht oder sich fortbewegt, scheint uns für die Beziehung dieser Sonnen auf ihn gleichgültig. Vom Standpunkte dieses Systems aus werden die Bahnen auch dann geschlossen bleiben, wenn das ganze System in Bewegung ist; ähnlich, wie die Bahnen unserer Planeten um die Sonne „Ellipsen“ bleiben, obgleich sich die Sonne mit allen Planeten fortbewegt; denn, so hat dies Mädler überzeugend erläutert, „da diese Bewegung von allen zum Sonnensystem gehörigen Körpern gleichmäßig getheilt wird, so ist nach wie vor die Sonne, relativ zu diesen Körpern, in Ruhe, und ihre Fortbewegung steht nicht im Widerspruch mit der Lehre des Kopernicus und Kepler, weil in dieser nur die Rede von Bewegungen innerhalb des Systems, nicht aber von einer solchen ist, die dem ganzen System als einer geschlossenen Einheit zukommt“.

Daß diese „geschlossene Einheit“ nicht „wie mit ehernen Mauern gegen alle kosmischen Einwirkungen umgeben ist“, wendet Carus gewiß mit Recht ein; aber hört sie denn dadurch auf, eine „Einheit“ zu sein? Hören die Bahnen, welche die zu diesem System gehörigen Körper innerhalb desselben beschreiben, darum auf, geschlossene zu sein, weil die Fortbewegung des ganzen Systems zur Folge hat, daß, nachdem der Trabant einen Umlauf um den Centralkörper vollendet hat, jenes sich bereits an einer andern Stelle des Weltraums befindet, daß also die Bahn der einander umkreisenden Weltkörper, wenn wir sie auf den Weltraum beziehen, sich in diesem als eine Spirale darstellt?

Kommt es denn bei Entscheidung dieser Frage nicht ähnlich wie bei jener, die zu so langjährigen Erörterungen Anlaß gegeben hat (nämlich

zur Ebene der Bahn dem Auge sehr verschieden darstellen. Ist der eine Stern bedeutend größer als der andere, so beschreibt der kleinere eine größere Bahn und scheint den Hauptstern zu umkreisen; sind beide von gleicher Größe, so liegt der gemeinschaftliche Schwerpunkt mitten zwischen ihnen. Die wahre Gestalt dieser Bahn sehen wir jedoch nur dann,

---

ob der Mond sich um seine Achse drehe oder nicht), lediglich auf den Standpunkt an, von welchem aus wir dieselbe beurtheilen?

Offenbar haben auch hier beide Theile recht, und zwar vollständig erst beide zusammen; die Astronomen, wenn sie die Bahn der Doppelsterne vom Standpunkte des besondern Systems als „Ellipsen", der Philosoph, wenn er sie in Bezug auf das Weltall als „unendliche Spiralen" bezeichnet. Denn daß die elliptischen Umläufe durch die gleichzeitige Fortbewegung des Systems zu elliptischen Spiralgängen werden, wird schwerlich bezweifelt werden können, und zwar werden es ziemlich ausgezogene Spiralen werden müssen, da die Eigenbewegung der Doppelsterne um vieles (durchschnittlich fünfmal und bei ξ Ursae majoris sogar zweiundzwanzigmal) stärker ist als die Bahnbewegung des Begleiters um den Hauptstern. Die letztere ist überhaupt eine verhältnißmäßig langsame und erreicht bei weitem nicht die Geschwindigkeit der Planeten in ihrer Bewegung um die Sonne.

Würden uns nun aber die besondern Sternsysteme für unsere Anschauung nicht verloren gehen, wenn wir die Bahnen der Glieder derselben nur in Beziehung auf den Weltraum und nicht vorzugsweise in Bezug auf das Doppelsternsystem, dem sie angehören, betrachten?

Eben weil es besondere Systeme sind, weil in diesen mehrere Weltkörper unzertrennlich an einen gemeinsamen Schwerpunkt gefesselt, diesen umkreisen, scheint es uns vollständig richtig, ihre Bahnen mit den Astronomen vom Standpunkte dieses Sondersystems als „Ellipsen" zu bezeichnen, obgleich wir wissen, daß sie durch die Fortbewegung desselben zu Spiralen werden; ja daß selbst in Bezug auf das Sondersystem die Bezeichnung als „Ellipse" nur eine Annäherung zur Wahrheit ist, da von ihnen wol dasselbe gelten wird, was Littrow von den elliptischen Planetenbahnen sagt: „daß sie in Wirklichkeit sehr zusammengesetzte krumme Linien sind, deren Gestalt und Lage wegen der gegenseitigen Störungen immerwährenden Veränderungen unterworfen ist".

wenn unsere Gesichtslinie senkrecht auf die Ebene derselben trifft; je schiefer dieser Gesichtswinkel ist, um so mehr muß sich die Gestalt der Bahn verschieben, und fällt die Bahnebene endlich völlig mit unserer Gesichtslinie zusammen, sodaß wir gewissermaßen nur die Kanten derselben sehen, so wird sich der Begleiter in einer geraden, durch den Hauptstern gehenden Linie zu bewegen scheinen, und wir sehen dann — ein Gedanke, vor dem man noch bis zur neuern Zeit heran erschreckt sein würde [55] — wir sehen Fixsterne voreinandertreten, sehen Fixsterne einander bedecken.

---

[55] Schon diese Umlaufszeiten, mit deren Erkenntniß wir die ersten sichern Einblicke in die unabsehbare Gliederung der Sternsysteme gewonnen haben, lassen uns die ungeheuere Mannichfaltigkeit ahnen, die schon in diesen untersten einfachsten Gliedern, in der Verbindung zweier Sonnen zu einem gemeinsamen System, herrscht. Während die Mehrzahl noch ungezählte Jahrtausende gebraucht, um solche Umläufe zu vollenden, sehen wir einige sogar in kürzerer Zeit umeinanderschwingen als unsern Planeten um die Sonne. Die kürzeste jener bisher sicher bekannten Umlaufszeiten, die von ζ Herculis, ist etwa der unsers Saturn gleich. Sie hat uns die Möglichkeit gegeben, schon zweimal seit der Entdeckung dieses Doppelsterns das merkwürdige Schauspiel der Bedeckung eines Fixsterns durch einen andern zu beobachten. ζ Herculis war es, welcher der Menschheit von diesen nie geahnten Erscheinungen die erste Kunde gebracht hat. Im Jahre 1782 sah ihn William Herschel bestimmt doppelt. Die Sterne standen nahe 1″ voneinander entfernt. Im Jahre 1802 konnte er nur einen einfachen Stern erblicken. „Meine Beobachtungen dieses Sterns", bemerkte er damals mit Erstaunen, „zeigen uns eine Erscheinung, die in der Astronomie ganz neu ist, nämlich die Bedeckung eines Fixsterns durch einen andern. Dieses Ereigniß ist jedenfalls merkwürdig, was auch die Ursache davon sein mag, ob eine Parallaxe, oder eine eigene Bewegung, oder die Bewegung in einer Bahn, deren Ebene mit der Gesichtslinie zum Sterne nahe zusammenfällt." Wahrscheinlich wol das letztere, denn nachdem der Stern inzwischen wieder doppelt gesehen wurde, konnte Struve im Jahre 1833 ihn wiederum nur einfach sehen. Da indeß der Begleiter mehreremal nicht aufzufinden war, wo er nach

Die ungeheuern Umlaufszeiten dieser Sonnen machen erklärlich, daß bisher bei so wenigen vollständige Bahnberechnungen gelungen sind. Unter dem gesammten Heere der Doppelsterne sind bisjetzt nur acht gefunden, deren Umlaufszeit weniger als ein Jahrhundert beträgt. Die kürzeste (30 Jahre) hat ζ Herculis, demnächst folgen ζ Cancri mit 58 Jahren, ξ Ursae majoris mit 61, η Coronae mit 66 Jahren und einige andere. Selbst unter 300 Jahren scheinen nur wenige Umlaufszeiten vorzukommen; wie z. B. bei dem schönen Doppelstern γ Virginis mit 169 Jahren und bei δ Cygni mit 178 Jahren. Bei dem berühmten Bessel'schen Schwanenstern beträgt sie schon 452 Jahre und beim Castor 579, bei der Mehrzahl aller übrigen aber, bei welchen

---

der Rechnung um 1″ entfernt stehen mußte, so vermuthet Littrow, daß er außerdem noch veränderlich ist.

Bei andern Doppelsternen, namentlich bei τ im Schlangenträger, dessen Bahnebene vollständig mit unserer Gesichtslinie zusammenzufallen scheint, sind bereits ähnliche Bedeckungen eingetreten. Der ältere Herschel sah im Jahre 1781 beide Sterne dieses Sternpaares noch getrennt, aber bereits sehr nahe. Sein Sohn und auch Struve fanden ihn 1828 zwar schon einfach, aber noch in länglicher Gestalt. Jetzt decken beide Sterne einander vollständig, sodaß sie selbst durch die besten Fernröhre als ein einziger vollkommen runder Stern erscheinen. Nach einiger Zeit werden sie ohne Zweifel wieder doppelt erscheinen.

Auch die Bahn von γ der Jungfrau muß entschieden schief gegen unsere Gesichtslinie liegen; denn die Distanz dieses Doppelsterns wurde in den letzten Zeiten so klein, daß man schon einer Bedeckung desselben entgegensah. 1836 betrug sie nur noch 0″,3, und beide Sterne erschienen bereits als ein länglicher Stern. Seitdem ist sie wieder gewachsen und der Begleiter über den Centralstern vorbeigegangen. Jetzt steht derselbe schon 3″ entfernt und wird sich noch funfzig Jahre hindurch bis auf 7″ vom Hauptstern fortbewegen, dann aber sich demselben wieder nähern.

Bieten uns nun diese Doppelsternsysteme schon jetzt, im Anfange unserer Kenntniß von ihnen, so ungeahnte Erscheinungen, welche Aufschlüsse werden nicht die fernern Beobachtungen noch ergeben!

überhaupt schon Bewegung wahrgenommen ist, führt die Rechnung auf viele Jahrtausende; und wenn nun bei neun Zehntel aller Doppelsterne noch gar keine Bewegung[56] wahrgenommen ist, so dürfte bei den meisten von diesen freilich noch alles einer fernen Zukunft anheimgestellt bleiben. Nichtsdestoweniger aber wird das reiche Material, welches die Gegenwart (vor allen in Struve's genauen Ortsbestimmungen der Hauptsterne dieser Systeme) der Nachwelt hinterläßt, schon den nächsten Generationen möglich machen, von einer nicht geringen Zahl Doppel- und mehrfacher Sterne Bahn und Umlaufszeit, vielleicht auch die Entfernung zu bestimmen, und mit der Kenntniß aller dieser Partialsysteme, die sich wiederum zu Systemen höherer Ordnung gliedern, in denen Doppelsterne mit Doppelsternen an ein gemeinschaftliches Gravitationscentrum gebunden sind, wird dann erst der Einblick in die uns noch so wenig bekannte innere Organisation des Fixsternsystems beginnen.[57]

---

[56] Daß Sternpaare, welche bisher noch keine Bewegung umeinander haben erkennen lassen, nichtsdestoweniger zusammengehörige Sternsysteme bilden, wird schon dann mehr als wahrscheinlich, wenn beide Sterne ganz gleiche Eigenbewegung im Weltraum, also ein ähnliches gemeinschaftliches Fortschreiten, wie das unsers ganzen Sonnensystems, erkennen lassen; was von Argelander und Bessel bereits bei einer großen Zahl Doppelsterne nachgewiesen ist.

[57] Wie es zwei-, drei- und mehrfache Sterne gibt, die in mannichfachsten Art zu einem gemeinsamen System miteinander verbunden sind (bei dem dreifachen Stern ζ Cancri umkreisen z. B. die beiden schwächernden Hauptstern, bei φ in der Cassiopea dagegen scheinen die beiden äußerst schwachen Begleiter sich zunächst umeinander und dann wieder gemeinschaftlich um den hellern zu bewegen), so ist auch bereits die zunächst höhere Stufe dieser Systeme in den menschlichen Gesichtskreis getreten, ist bereits offenbar geworden, daß zwei und mehrere Paare solcher umeinander kreisender Sonnen wiederum zu einem höhern System vereinigt sind.

Ein anscheinend einfacher Stern in der Leier besteht allein schon aus

„Die Fixsternkunde“, so lautet Mädler's prophetisches Wort, „wird mehr und mehr in gleicher Art behandelt wer-

---

einem solchen System von Systemen. Schon bei schwacher Vergrößerung erscheint er als Doppelstern (ε und 5 Lyrae, die 3′ 17″ voneinanderstehen), und bei mehr als hundertfacher Vergrößerung erkennt man, daß ein jeder dieser beiden Sterne wiederum ein Doppelstern ist. Da die Eigenbewegung beider Paare genau bekannt und gleichmäßig ist, so scheint kaum noch zweifelhaft, daß sie zusammen ein System höherer Ordnung bilden.

Aehnliches ist wol der Fall mit dem vierfachen und dreifachen Stern im Orion, die nur 4′ voneinanderstehen, desgleichen mit fünf Paaren im Einhorn, welche so nahe zusammengedrängt sind, daß ein Kreis von 9′ Halbmesser sie alle umschließt, sowie auch mit vier Paaren im Cepheus, die auf einem Raum von 16′ Halbmesser stehen.

Und wenn nun diese und andere Gruppen sich zu Systemen höherer Ordnung zusammengliedern, welche neuen höhern Aufgaben werden dereinst die Bewegungen in diesen Systemen der Analysis stellen!? Denn wer könnte zweifeln, daß in diesen, aus lauter sonnenartigen Weltkörpern zusammengesetzten Systemen das als die schönste, wundervollste Harmonie sich zeigen muß, was wir als „gegenseitige Störungen“ zu bezeichnen gewohnt sind! Wie lange aber wird es dauern, bevor diese Harmonie auch nur in ähnlicher Weise enträthselt sein wird, wie die unsers Sonnensystems? Schon bei drei- und mehrfachen Sternen, bei welchen nicht etwa wie bei ζ Cancri ein Stern als Centralstern erscheint, treten Beziehungen ein, für welche die in unserm Planetensystem ausreichenden Störungsrechnungen den Dienst versagen. Das Streben, das Gesetzliche dieser Beziehungen zu erkennen, wird die Lösung des Problems der drei Körper herbeiführen helfen und damit die Wege bahnen, der Bewegungen jener höhern Systeme Herr zu werden, wenn auch vielleicht noch viele Jahrtausende verfließen müssen, bevor sich in vielen von diesen überhaupt Bewegungen werden erkennen lassen.

Und sind wir mit diesen kleinern Partialsystemen, deren einzelne Glieder nur dem bewaffneten Auge sichtbar sind, schon zu der letzten der aufwärtssteigenden Ordnungen gelangt? Werden sich diese Gruppen von Gruppen nicht abermals wieder zu höhern Systemen gruppiren?

Schon das bloße Auge nimmt solche größere Gruppen von Sternen wahr, deren reiche Fülle sich freilich erst dem bewaffneten Auge erschließt, wie z. B. die Plejaden, von denen schon Kant ahnte, daß sie

den können, wie die unsers eigenen Sonnensystems, und nach Jahrhunderten werden die Ephemeriden die gegenseitige Stellung der einzelnen Glieder jener großen Systeme ebenso bestimmt vorausverkündigen wie jetzt die Planetenörter.

Allen diesen Berechnungen und Untersuchungen liegt nun die Annahme zum Grunde, das Newton'sche Attractionsgesetz und seine nothwendigen Consequenzen, die Kepler'schen Gesetze, seien auch für diese außerhalb unsers Sonnensystems wahrgenommenen Bewegungen gültig, und bei keinem der bisjetzt untersuchten Fälle, so belehren uns die Astronomen, sind die Versuche in der Art fehlgeschlagen, daß man das Newton'sche Gesetz für sie ausschließen müßte, ja bei mehrern, namentlich bei ξ Ursae majoris, dem ersten

---

ein eigenes Sternsystem bilden könnten. Die gleiche eigene Bewegung der Sterne dieser und anderer Gruppen macht dies in der That wahrscheinlich.

Wenn nun auch Mädler bemerkt: Gruppenbildung sei in der Fixsternwelt nur als seltene Ausnahme, Isolirung dagegen als die Regel zu betrachten, da, soweit der Augenschein zu schließen gestatte, noch nicht der zwanzigste Theil der Fixsterne eine solche Specialverbindung mit andern eingegangen sei —: hat uns denn dieser Augenschein nicht zu oft schon getäuscht, als daß wir ihm so schnell trauen dürften? Sind wir dieses Scheines wegen schon berechtigt, von jenen kleinern Gruppen nun sofort zu dem gesammten, innerhalb der Milchstraße wimmelnden Sternenheer überzuspringen und dieses ohne weiteres als das nächst höhere System anzusehen?

Aller vorgreifenden Hypothesen von Kant bis Mädler ungeachtet, wird die menschliche Erkenntniß auch hier wol nur Schritt für Schritt vordringen. Die genauere Erforschung der Bewegungen in der Sternenwelt wird uns von den Täuschungen des Augenscheins befreien und vielleicht als zusammengehörig erkennen lassen, was uns in gar keiner Beziehung zu stehen schien. Erst sie wird allmählich mit den Bahnen der Fixsterne die Systeme finden lassen, zu denen sie sich in Wirklichkeit gliedern und hiermit die innere Organisation der Fixsternwelt dem menschlichen Blicke mehr und mehr enthüllen.

Doppelstern, durch dessen Bewegungen schon William Herschel diese Ueberzeugung gewann, und bei γ Virginis haben die Beobachtungen die Gültigkeit desselben in allen Beziehungen vollständig bestätigt.

Mit dieser Erfahrung von dem Walten der Gravitationsgesetze fern jenseit des Sonnensystems, dort in den Bewegungen der Doppelsterne, haben wir festen Fuß gefaßt in der Fixsternwelt, haben wir das erste sichere Land erreicht in dieser für uns neuen Welt, wenn es auch nur das Guanahani des Columbus ist. „Die menschliche Neugier braucht nicht mehr auf diesem Felde in unbestimmten Vermuthungen, in der ungemessenen Ideenwelt der Analogien, Befriedigung suchen. Sie ist durch die Fortschritte der beobachtenden und rechnenden Astronomie endlich auch hier auf sichern Boden gelangt." Von diesem aus ist es möglich geworden, wenigstens eine allgemeine Kenntniß von den „Massen" jener Himmelskörper zu gewinnen, Fixsterne zu wägen. Denn übt die Massenanziehung dort in gleicher Weise ihre Herrschaft wie hier in unserm Planetensystem, so läßt sich auch die Masse der umeinander gravitirenden Doppelsterne in gleicher Weise berechnen, sobald nur die Entfernung derselben von uns bekannt ist.[58] Bei zweien, bei unserer

---

[58] Nach dem Attractionsgesetz besteht eine feste Beziehung zwischen den anziehenden Massen und den Abständen und Umlaufszeiten, und zwar stehen, dem Kepler'schen Gesetze gemäß, die Massen zu den Quadratzahlen der Umlaufszeiten in directem, zu den Kubikzahlen der Abstände in umgekehrtem Verhältniß. Kennt man also bei den Doppelsternen aus unmittelbarer Beobachtung die Winkelgeschwindigkeit des einen Sterns, und ist man im Stande, den Halbmesser seiner Bahn in Meilen auszudrücken, so läßt sich auch berechnen, um wie viel dieser Stern in einer bestimmten Zeit gegen den Hauptstern fällt. Durch Vergleichung dieser Größe mit dem Falle der Erde gegen die Sonne, unter Berücksichtigung der verschiedenen Abstände, kann man dann das Verhältniß der Doppelsternmasse zur Sonnenmasse erhalten. Die Lösung der Auf-

Nachbarsonne, dem glänzenden Doppelstern α im Centauren, sowie bei Bessel's Schwanenstern (61 Cygni) und einigen

gabe ist also davon abhängig, daß wir die Halbmesser der Bahnen jener Doppelsterne, die uns immer nur unter einem Winkel von einigen Secunden erscheinen, nach Meilen zu bestimmen im Stande sind, und dies hängt wiederum davon ab, daß wir ihre Entfernung von uns kennen. Noch 1837 verzweifelte Littrow daran, daß wir so bald zu einer solchen Kenntniß gelangen würden. Seite 562 der „Wunder des Himmels" (zweite Auflage), sagt er wörtlich: „Bisher haben wir das Newton'sche Gesetz nur auf die Körper unsers Sonnensystems angewendet, und wir könnten uns begnügen zu wissen, daß es bis an die äußerste Grenze desselben gilt, da ohnehin alles, was jenseit dieser Grenze liegt, für uns größtentheils noch ganz unbekanntes Land ist und wahrscheinlich auch immer bleiben wird."

Aber schon auf der folgenden Seite deutet er an, wie jenes Land vielleicht dennoch durch Feststellung der Entfernung der Doppelsterne dereinst erreicht werden könnte. Merkwürdigerweise war es schon gewonnen, als er dies schrieb. In den Jahren 1836—38 hatte Bessel jene Beobachtungen angestellt, die zur Bestimmung der Parallaxe des Schwanensterns und hiermit, wie bald darauf auch bei dem Centaurenstern und einigen andern, zu der Möglichkeit führten, die Massen dieser Sternpaare zu bestimmen, d. h. die Gesammtmasse beider den Doppelstern bildenden Sonnen. Die Bestimmung der Masse einer jeder einzelnen wird möglich werden, sobald durch lange fortgesetzte Beobachtungen der Punkt, um welchen beide schwingen, ausgemittelt und aus der beziehungsweisen Bewegung beider Sterne die wahre Bewegung eines jeden von ihnen gefunden sein wird.

Indeß haben wir bereits oben auf das „Wenn" hingedeutet, das sich an diese Bestimmungen knüpft. Schon 1798 hatte Lichtenberg „auf gewisse Modificationen der allgemeinen Schwerkraft durch eine Art von Affinität aufmerksam gemacht, die jener Kraft zwar analog, aber wesentlich von ihr verschieden ist" (Lichtenberg's Schriften, VII, 271—283). Johann Tobias Mayer regte die Frage bestimmter an, und ihm beitretend führte Fries (Populäre Sternkunde, zweite Auflage, S. 191) diese Bedenken dahin aus: „Was die Astronomen Masse eines Himmelskörpers nennen, ist nur das Maß seiner anziehenden Kraft. Nach Newton wird dieselbe der Quantität der Materie schlechthin proportional vorausgesetzt, und diese Voraussetzung hat sich bisher in unserm Sonnensystem immer bestätigt. Wir dürfen dies aber nicht als ein Grundgesetz annehmen, das a priori gilt, und mit

andern ist dies der Fall. Die Entfernung von α Centauri ist auf $3\frac{1}{2}$ Jahre Lichtzeit oder 224520 Sonnenweiten

---

Nothwendigkeit für die ganze Körperwelt. Im Gegentheil haben wir hier ebenso gut specifische Verhältnisse der Anziehung zu erwarten wie in der Chemie. Die bisherige Erfahrung über unser Sonnensystem scheint nur auf eine besondere Gleichartigkeit aller Materie in diesem zu deuten. Eigentlich aber sind wir nicht berechtigt, in den Störungsgleichungen die Masse eines Himmelskörpers (d. h. seine anziehende Kraft) als eine Größe, die im Verhältniß gegen jeden Weltkörper dieselbe bliebe, vorauszusetzen." Im Gegentheil, fügen wir hinzu, müßten wir nach aller Analogie vielmehr erwarten, daß auch bei der Anziehungskraft gelten werde, was wir bei allen übrigen Kräfteerscheinungen wahrnehmen: daß ihre Wirkung durch die qualitative Beschaffenheit ihrer Träger bedingt sei; wenn uns dies auch bei der Gleichartigkeit der in unserm Planetensystem zu einem Gesammtorganismus vereinigten Weltkörper hier noch nicht bemerkbar geworden ist.

Daß indeß auch hier specifische, nicht der Masse proportionale Attractionen wirksam sein können, hat Bessel dargethan (vgl. Kosmos, I, 153), und auch Mädler hat hierauf hingewiesen (vgl. oben Note 11). Die Zukunft wird wissen, daß und wie sie es sind, und hiermit vielleicht zu andern Schlüssen über die Massen der Himmelskörper gelangen, ja selbst vielleicht erkennen, daß es nicht blos specifische, daß es auch, worauf schon Kepler hindeutete, polare Verhältnisse der Anziehung gibt, daß also wol auch abstoßende Kräfte bei der Bewegung der Himmelskörper mitwirken; mit einem Worte: daß die einfache Regel der Gravitation, mit welcher sich uns schon die Ordnung des ganzen Weltalls enthüllen zu wollen schien, nicht ausreicht, um der Bewegungen der Fixsternwelt Herr zu werden; ähnlich wie die zwei Jahrtausende hindurch alle Vorstellungen beherrschende Aristotelische Regel von der Kreisbewegung der Gestirne sich im Fortschritt der Erkenntniß unzureichend zeigte für die Erklärung der Bewegungen im Planetensystem. Daß sich bereits die Umlaufszeiten einiger Doppelsterne mit den Beobachtungen anscheinend übereinstimmend haben berechnen lassen (bei p Ophinchi hat dies übrigens bisher nicht gelingen wollen), würde dem nicht entgegenstehen. Auch die Alten vermochten ähnliches bei den Planeten, und doch waren die Voraussetzungen, von denen sie ausgingen, irrige, waren Gesetz und Ordnung des Planetensystems ihnen noch unbekannt. Mindestens mahnt uns dies, nicht

ermittelt. Der mittlere Abstand der beiden Sterne, die in ihm zu einem Doppelsternsystem vereinigt sind, beträgt 14″,86, was auf 16¼ Sonnenweiten oder 336 Millionen Meilen führt. Er ist also kleiner als der Abstand des Uranus von der Sonne. Da nun auch die Umlaufszeit von 79 Jahren bei diesem Doppelstern bekannt ist, so ergibt die Rechnung für die Gesammtmasse der beiden Sonnen, welche ihn bilden, 0,677 unserer Sonnenmasse, also *etwa nur zwei Drittel derselben*. Bei Bessel's Stern führt die gleiche Rechnung gar nur auf ein Drittel der Masse unserer Sonne, wenn anders die *Quantität der Materie* das alleinige Maß der anziehenden Kraft bildet, wenn anders nicht etwa *specifische*, der Masse *nicht* proportionale Attractionen mitwirken, wenn nicht vielleicht doch noch spätere Beobachtungen lehren werden, daß das bisher enthüllte Gesetz der Attraction für sich allein nicht ausreicht, um die Bewegungen in der Fixsternwelt zu erklären und sichere Schlüsse auf die Masse derselben ziehen zu lassen. Vielleicht, daß gerade jene so unendlich verschiedenen Sonnen und Sonnensysteme bei näherer Erforschung derselben uns zu einer ganz andern Auffassung dessen führen, was

---

allzu sehr von der Alleinherrschaft des Gravitationsgesetzes mit der uns bisher bekannt gewordenen Wirkung und Anwendung, und von der Unfehlbarkeit der Schlüsse, zu denen es uns führt, überzeugt zu sein. Möglich, ja nach der bisherigen Entwickelung der menschlichen Erkenntniß wahrscheinlich bleibt immer, daß weitere Beobachtungen dort, wo *Sonnen* auf *Sonnen* wirken, Erscheinungen hervortreten lassen werden, für welche die aus den Erfahrungen in unserm Planetensystem gewonnene *Regel* der Gravitation nicht mehr ausreicht. Vielleicht, daß alsdann spätere Jahrhunderte auf diese zurückblicken werden, wie *wir* auf die Epicyklen-Theorien der Alten; denn „die Regel der Gravitation ist nicht das Gesetz in Gottes Welt, sie ist nur ein Mittel, uns draußen zu begreifen“ (Fries); ebendarum wird *auch sie* wieder tieferer Erkenntniß den Platz räumen müssen.

wir jetzt als die einfache, den ganzen Bau der Welt beherrschende Grundkraft anzusehen gewohnt sind.

Immerhin aber hat uns die Gravitationsrechnung vorläufig wenigstens die Umrisse jener Sternsysteme enthüllt, und uns hiermit die ersten allgemeinen, nicht mehr einer jeden Begründung entbehrenden Vorstellungen von ihnen verschafft; nur daß wir nach diesen nicht sofort wieder das ganze Fixsternsystem aufbauen wollen! Denn wie nur bei wenigen Doppelsternen Umlaufszeiten vorkommen, die geringer sind als die unserer Planeten, wie diese sich bei der Mehrzahl auf viele Jahrtausende beläuft, so werden auch die Massen jener Systeme nicht minder verschieden sein und bei den meisten vielleicht die unserer Sonne übertreffen. Hätte z. B. ζ im Großen Bären die Entfernung, auf welche die Größenklasse seiner Sterne schließen läßt, so würde seine Masse das Zwanzigfache der Sonnenmasse betragen.

Glänzender noch als durch die Wägung der sichtbaren hat sich die Gravitationsrechnung bewährt durch die Errechnung unsichtbarer dunkler Sonnen, durch jene folgenschwere Entdeckung Bessel's von unabsehbarer Tragweite, nicht blos für die richtige Erkenntniß der Bewegungen in der Fixsternwelt, nicht blos für das Verständniß des Glanz- und Farbenwechsels der Gestirne, sondern für unsere ganze Weltanschauung überhaupt. Wiederum sind wir um eine Täuschung ärmer geworden. Wir wissen jetzt, daß Sterne, die wir als einfache erkannt zu haben glaubten, dennoch nicht einsam dahinwandeln durch das Universum, daß es dunkle Sonnen gibt, mit denen sie zu Doppel- und mehrfachen Sternsystemen verbunden sind.

Schon im Jahre 1841 hatte Mädler zur Erklärung der periodischen Veränderlichkeit mancher Sterne die bereits mehrfach gehegte Vermuthung ausgesprochen, daß vielleicht dunkle Weltkörper um jene kreisen könnten, und hieran die

Bemerkung geknüpft: daß die Größe eines solchen dunkeln Begleiters, mit der des Hauptsterns verglichen, beträchtlich sein müsse. „Dem Gesetze der Schwere", fährt er fort, „wäre es sogar nicht entgegen, wenn das Volumen des umlaufenden Körpers größer als das des centralen wäre, da ja seine Masse dennoch kleiner sein könnte, oder auch, wenn der selbstleuchtende Körper um einen größern dunkeln liefe. Es wäre dies nichts weiter als die vierte mögliche Combination zu den drei notorisch vorhandenen: dunkeln Körper um dunkle, dunkle um leuchtende, leuchtende um leuchtende."

Schon vier Jahre später sollte uns Bessel's große Entdeckung die Gewißheit bringen, daß auch diese vierte Combination im Weltall nicht fehle; wir sollten erfahren, daß auch helleuchtende Sonnen umschwingen um dunkle [59];

---

[59] Wie äußerlich die Zusammenstellung dieser vier Combinationen auch scheinen mag, was Alexander von Humboldt von der Erkenntniß der dritten (des Kreisens von Sonnen um Sonnen) sagt, daß sie eine der großen Epochen in der Entwickelungsgeschichte des höhern kosmischen Naturwissens bezeichne, das gilt von allen: die Erkenntniß einer jeden bildet einen Markstein in der Entwickelungsgeschichte der menschlichen Weltanschauung, mit einer jeden hat die Menschheit eine höhere Stufe der Welterkenntniß erreicht.

Im frühesten Kindesalter des Menschengeschlechts war von allen diesen Combinationen nur eine bekannt, und diese eine war Täuschung. Die Erde erschien als der einzige nichtleuchtende Weltkörper, um welchen die leuchtenden Himmelslichter zu schwingen schienen. An diesen Sinnentrug knüpften sich die Schöpfungsmythen und Glaubensvorstellungen der Vorzeit, in denen zum Theil noch heute das menschliche Denken und Glauben befangen ist.

Mit dem uns nächsten Weltkörper, mit dem Trabanten der Erde, dem Mond, begann die Erkenntniß der Wirklichkeit. Schon Thales wußte — und die ältern Culturvölker wol noch früher —, daß der Mond kein selbstleuchtendes Himmelslicht, daß er ein dunkler Weltkörper sei wie unsere Erde. Hiermit war die erste Combination, das Kreisen eines dunkeln Weltkörpers um einen dunkeln, ge-

und wie als sollten auch dort die Extreme sich berühren, so mußte es gerade der am hellsten strahlende Stern des Fix-

wonnen, und es beginnt zugleich mit dieser Zeit die Entfaltung jener neuen Natur- und Weltauffassung der griechischen Philosophen, die zu dem Aristotelisch-Ptolemäischen Weltbau führt. Erst die zweitausend Jahre später erfolgende Erkenntniß der zweiten Combination stürzt diesen in Trümmer.

Kopernicus stellt die Sonne als Weltleuchte in die Mitte der Welt, Galilei's Rohr entkleidet die Planeten ihrer überirdischen Majestät, auch sie erlöschen als Himmelslichter, werden zu dunkeln Weltkörpern wie unsere Erde, gleich ihr die Sonne umkreisend, und — die zweite Combination ist gewonnen, eine neue Weltanschauung ist geboren.

Mit der Erkenntniß der dritten Combination, der in den Doppel- und mehrfachen Sternen umeinanderkreisenden Sonnen, erhält sie ihre Vollendung; die Sonne wird herabgestoßen von dem königlichen Thron, die Weltleuchte wird zu einem Fixstern, diese selbst werden zu Sonnen, nicht minder bedeutend wie die Sonne selbst. Der letzte Rest des aus dem Kindesalter der Menschheit durch die Jahrtausende vererbten Sinnentruges ist geschwunden, die Fixsterne sind als mehr denn „leuchtende Himmelslichter, zu scheinen auf die Erde", erkannt.

Bessel's große Entdeckung der vierten Combination endlich hat uns auch von der andern Täuschung befreit, daß die uns sichtbare Sternenwelt alles umfasse, was sie in ihrem Schose birgt, hat uns die Welt des Unsichtbaren erschlossen, hat uns die sichere Erkenntniß gebracht, daß die uns sichtbare Fixsternwelt von vielleicht ebenso zahllosen, „für uns" dunkeln Sonnen erfüllt ist.

Wenn dem aber so ist, sind wir dann wirklich schon mit dieser vierten Combination am Ende des Möglichen? Werden dort nicht auch dunkle Sonnen umschwingen um dunkle? Scheint es auch auf den ersten Blick, als könnten wir von dieser Combination nie etwas erfahren, da es nur das „Licht"organ, das Auge ist, das unsere Welterkenntniß vermittelt: unmöglich ist es dennoch nicht. Wie der uns sichtbare Sirius uns seinen unsichtbaren Begleiter verrathen hat, so könnten wol auch dereinst, wenn die Bewegungen der Sternpaare näher erkannt sein werden, die, selbst umeinanderkreisend, wieder zu einem höhern System verbunden sind, sich aus den Bewegungen derselben Andeutungen ergeben, daß einem uns sichtbaren Sternpaare ein anderes, uns unsichtbares beigesellt sein müsse. Sind jene dunkeln Sonnen einmal vorhanden, so werden sie auch mit den sichtbaren und

maments, mußte es der Sirius sein, der uns dies große Geheimniß des Weltalls offenbarte, aus dessen sonderbaren Bewegungen der Genius eines Bessel erkannte, daß ihm, dem glänzend Leuchtenden, ein „dunkler" (uns wenigstens nicht sichtbarer) Begleiter von ähnlicher Größe beigesellt ist, mit welchem um einen gemeinsamen Schwerpunkt schwingend er dahinschwebt durch das Universum. So nur vermochte sich Bessel die kleinen, als Nebenbewegungen erscheinenden Abweichungen zu erklären, die er in der Fortbewegung des Sirius entdeckte; Abweichungen so feiner Art, daß die Genauigkeit der Beobachtung kaum minder staunenswerth erscheint wie die Größe des Gedankens, zu dem sie Anregung gegeben hat. Denn die ganze Ortsveränderung des Sirius beträgt in einem Jahre nur 1¼", eine Ortsveränderung, die man im Anfang des vorigen Jahrhunderts noch gar nicht einmal zu bestimmen vermochte; und die in dieser geringfügigen Bewegung wahrgenommenen Nebenbewegungen reichten aus, einem Bessel die Ueberzeugung aufzudrängen,

daß in unmittelbarer Nähe des Sirius eine uns unsichtbare Sonne stehen müsse, durch deren Gravitationswirkung jene Störungen in der Bahn desselben hervorgebracht würden; daß der Sirius also nur das eine uns sichtbare Glied eines Doppelsternsystems sei!

---

unter sich in unendlich mannichfacher Weise verbunden sein. Doch haben wir hiermit nur darauf hindeuten wollen, daß wir mit jener vierten Combination nichts weniger als schon auf der letzten Stufe der kosmischen Erkenntniß sind, ohne uns sonst in Vermuthungen zu ergehen, für welche jetzt noch jeder sichere Anhalt fehlt; wir haben nur andeuten wollen, daß nur zu vieles, von uns noch ungeahnt, im Schoße des Himmels verborgen ist, dessen Entdeckung manche der unzähligen Räthsel, die uns schon der bisher sichtbar gewordene Theil des Weltalls darbietet, lösen helfen und hiermit wieder eine neue Stufe bezeichnen wird in dem großen Entwickelungsgange menschlicher Welterkenntniß.

Hiermit wiederholte sich im Fixsternsystem, was, unter wesentlicher Mitwirkung ebendesselben großen Forschers (vgl. Note 12), soeben im Planetensystem geglückt war, die Gravitationsrechnung ließ uns unsichtbare Weltkörper entdecken nur mit dem folgenreichen Unterschied, daß sie uns hier mit dem „Störer" des Uranus nur einen einzelnen Planeten, dort aber mit dem „Störer" des Sirius eine ganze Welt des Unsichtbaren erobert hat.

Peters, anfänglich selbst ein Gegner der Bessel'schen Hypothese, gewinnt durch fortgesetzte Beobachtungen die Ueberzeugung von ihrer Richtigkeit, ja von der Nothwendigkeit derselben, und stellt aus den geringfügigen Abweichungen in der Bewegung des Sirius jene denkwürdige Berechnung seiner Bahn und Umlaufszeit um den großen Unbekannten auf, den noch niemand gesehen hatte; und Clark in Boston wird dann der Galle dieser folgenschweren Entdeckung, indem er den durch die Gravitationsrechnung indicirten Genossen des Sirius mittels eines mächtigen Refractors hervorzieht aus der Nacht des Universums (am 31. Jan. 1862), also nur wenige Monate später, nachdem noch ein Denker wie Carus diese „größte astronomische Entdeckung" unsers Jahrhunderts für eine „abstruse hypothetische Voraussetzung" erklärt hatte!! [60]

---

[60] Vgl. Carus, Natur und Idee (1861), S. 118. Wunderbar, daß ein so tiefsinniger Denker sich so sehr gegen Bessel's grandiose Hypothese sträuben konnte, da doch schon den Alten, deren Ahnungen so oft und schön in ihm wiederklingen, die Vermuthung „dunkler" Weltkörper nicht fremd war, und ein Lichtenberg sie im vergangenen Jahrhundert von neuem wieder in Anregung gebracht hatte; freilich nur scherzend .... „Aber", sagt Goethe, „wo Lichtenberg einen Spaß macht, liegt ein Problem verborgen", und erzählt dann: „In den großen leeren Weltraum zwischen Mars und Jupiter legte er (Lichtenberg) auch einen heitern Einfall. Als Kant sorgfältig bewiesen hatte, daß die beiden genannten Planeten alles aufgezehrt und sich zugeeignet

Was hierdurch beim Sirius zur Gewißheit erhoben, ist inzwischen durch Mädler und Auwers beim Procyon schon mehr

hätten, was nur in diesen Räumen zu finden gewesen von Materie (strenggenommen wollte Kant etwas anderes beweisen; vgl. Kant's Werke, VI, 110, Ausg. von 1839), sagte Lichtenberg scherzhaft nach seiner Art: Warum sollte es nicht auch unsichtbare Welten geben? Und hat er nicht vollkommen wahr gesprochen? Sind die neuentdeckten Planeten nicht der ganzen Welt unsichtbar, außer den wenigen Astronomen, denen wir auf Wort und Rechnung glauben müssen?"

Daß er noch in einem weit umfassendern Sinne recht haben, daß das von ihm angeregte Problem eine noch ungleich großartigere Lösung erfahren könnte, scheint selbst Goethe nicht geahnt zu haben. Für einen Laplace hatte die Vorstellung, daß es „dunkle" (nichtleuchtende) Weltkörper gebe, zu der schon Lambert mit der Annahme „dunkler" Centralkörper (Regenten) für seine Fixsternsysteme hinneigte, nichts Zurückschreckendes mehr. Er hielt die neuerschienenen und wieder verschwundenen Sterne für solche, in denen nur der Lichtproceß aufgehört habe, die als „dunkle" aber noch vorhanden seien, und kam hiermit folgerichtig zu dem Schluß: „Il existe donc dans l'espace céleste des corps opaques aussi considérables et peut-être en aussi grands nombres que les étoiles."

Ahnungen dieser Art wurden seitdem immer allgemeiner und dienten zur Erklärung verschiedener Erscheinungen in der Sternenwelt, namentlich der periodischen Lichtwechsel. Dachte man auch hierbei wol oft nur an „planetarische" Weltkörper, so stellte doch schon Mädler die oben angeführte Vermuthung auf: „daß jene dunkeln Körper von sonnenartiger Größe ja sogar größer als die selbstleuchtenden sein könnten", und hatte schon kein Bedenken mehr, selbstleuchtende Sonnen um dunkle kreisen zu lassen.

Statt nun an diese voraneilenden Ahnungen anzuknüpfen, sehen wir die Naturphilosophie ihnen merkwürdigerweise entgegentreten ja selbst dann noch, als Bessel's große Entdeckung sie bereits als Wirklichkeit erwiesen hatte, hören wir sie diese auch jetzt noch als eine „abstruse hypothetische Voraussetzung" bezeichnen!

Es will uns scheinen, als bestätige dies, was wir in der Einleitung und sonst mehrfach angedeutet haben: daß die Natur zu reich und groß ist, als daß es möglich wäre, sie in irgendein philosophisches „System" einzuzwängen, und ihr vom Standpunkte eines solchen oder einer philosophischen „Idee", sei diese auch noch so tiefsinnig

als wahrscheinlich geworden. Auch in der Eigenbewegung der Spica und des Alphard sind bereits ähnliche Abweichungen entdeckt; ja selbst bei Doppelsternen, deren beide Glieder uns sichtbar sind, wie z. B. bei α Centauri und p Ophiuchi, hat sich bereits die Nothwendigkeit der Annahme eines dritten, uns unsichtbaren Gliedes herausgestellt.

Mochte daher auch noch Alexander von Humboldt zurückschrecken vor dieser Welt der Gespenster — sie ist da; zwischen Millionen Sonnen, die wir die Räume des Weltalls erfüllen sehen, schweben vielleicht nicht weniger Millionen, uns unsichtbar, dahin; denn wer dürfte heute noch in Zweifel ziehen, was Bessel mit fester Zuversicht aussprach, „daß zahllose Sterne sichtbar sind, beweist nichts gegen das Dasein ebenso zahlloser unsichtbarer". (Vgl. Note 12.)

Reicht auch das Fernrohr nicht hinein in jene Welt des Unsichtbaren, die Gravitationsrechnung hat sich als ein Instrument bewährt, das uns selbst da noch „sehen" läßt, wo

---

und großartig, vorschreiben zu wollen, was vorhanden sein dürfe und was nicht, oder mit dieser Idee gleichsam wie mit einem Hauptschlüssel alles Einzelne erklären zu wollen.

Hätte Bessel gewähnt, der Satz: „daß die fortschreitende Bewegung aller Himmelskörper in einer Spirale erfolgen müsse", reiche aus, die von ihm wahrgenommenen Nebenbewegungen des Sirius zu erklären, hätte er, statt nach der besondern Ursache dieser (nach allem, was ihn seine Fachwissenschaft lehrte, unerklärbaren) Abweichungen in der Bahnbewegung des Sirius zu suchen, sich bei dem philosophischen Satze beruhigt: „daß im Weltall alles aufeinander wirkt", wir wären um die größte Entdeckung seines Lebens ärmer. Weil er dies nicht gethan, weil er, fern von „abstruser Speculation", auf dem sichern Wege denkender Beobachtung nach dieser besondern Ursache forschte, gelang es seinem Genius, sie zu finden, hinterließ er uns, fast sterbend schon, eine Entdeckung, die uns eine Welt von Welten erschlossen hat, das Wort unsers großen Dichters bewährend:

Ueber Natur hinaus baut die Vernunft doch nur in das Leere.
Du nur, Genius, mehrst in der Natur die Natur.

auch das bewaffnete Auge den Dienst versagt, das uns schon jetzt finden läßt, was mit Hülfe neuerfundener Instrumente wirklich zu sehen vielleicht erst einer fernen Zukunft vergönnt sein wird.

Und aus wie unscheinbaren Anfängen hat sich dies wunderbare Instrument herausgebildet, das, dem Fernrohr voraneilend, sich als die feinste Sonde bewährt, mit welcher heute der Astronom die Tiefen der Himmelsräume durchforscht!

Derselbe große Dulder Galilei, dessen Himmelsrohr der Menschheit die geheimnißvollen Regionen der Sternenwelt erschloß, er hat auch die Waffen schmieden helfen, mit denen diese Regionen erobert werden sollten, hat mit den Fallgesetzen den ersten Grund gelegt für die Mechanik des Himmels. Aus der gewöhnlichen einfachen Thatsache, aus dem freien Fall der Körper, enthüllt er die Natur der irdischen Schwerkraft, stellt er die Gesetze ihrer Wirkungen fest, freilich noch ohne Ahnung davon, daß dieselben auf irgendeine Weise mit dem Sternenlauf zusammenhängen könnten. Um dieselbe Zeit entdeckt Kepler die Gesetze der Planetenbewegung, ohne die Kraft zu finden, deren Wirkungen in seinen Gesetzen zur Erscheinung kommen. Wenn er auch bereits ahnt, daß die Sonne Sitz und Quelle aller Bewegungen ist, erst Newton vereinigt in wunderbarer Weise die Entdeckungen Kepler's und Galilei's. Das Gesetz der allgemeinen Schwere wird zum Gesetz der Gravitation, das uns das Spiel und den Zusammenhang der innern, treibenden und erhaltenden Kräfte im Planetensystem enthüllt; wird das unsichtbare Band, das nicht blos alles Irdische an den Erdkörper fesselt, das auch den Mond an die Erde bindet, dem die Erde selbst und alle Planeten, der Herrscherin Sonne gegenüber, unterworfen sind; wird mit einem Worte zu dem

einen alles umfassenden Grundgesetz des ganzen planetarischen Weltbaues.

William Herschel endlich führt uns hinaus über das Planetensystem, wirft die Anker aus in der Fixsternwelt und läßt uns in dem Kreisen der Doppelsterne das Wirken jener Kraft auch dort wiedererkennen: wir lernen Fixsterne wägen, ja selbst ungesehene Sonnen errechnen.

So waltet denn also jenes unbekannte Etwas, das den Lauf der Planeten und Monde beherrscht und regelt, auch dort in den weiten Räumen der Fixsternwelt, läßt Sonnen kreisen um Sonnen; auch die Lichter an der Feste des Himmels, sie gehorchen dem Gesetz der Gravitation.

Hiermit ist die Binde gefallen, welche so lange das Auge der Menschheit umhüllt hatte, der Zauber gelöst, der die Sternenwelt Jahrtausende hindurch in todter Ruhe gefesselt hielt. Was das Geistesauge eines Giordano Bruno vorahnend geschaut, Messung und Beobachtung haben es zur Gewißheit erhoben: freischwebend wandeln die Sonnen der Himmelsräume, die Fixsterne, ja ganze Systeme derselben als Doppel- und mehrfache, uns theils sichtbare, theils unsichtbare Sonnen dahin durch die Sternenwelt.

Wenn dort nun aber alles kreist nach ewigen Gesetzen, sollte unser „Fixstern", die Sonne, dann ausgeschlossen sein von diesem Reigentanz, hinausgestoßen aus der Welt des Lebens? Sollte nicht auch hier Bruno's kühne Ahnung in Erfüllung gehen: „daß sie mit dahinschwebe in dem allgemeinen Sternenreigen"?

Noch Kopernicus und Kepler[61] hielten sie für unbeweg-

[61] Die Rotation der Sonne um ihre Achse ahnte allerdings auch schon Kepler, um bald darauf durch Entdeckung der Sonnenflecken diese Ahnung zur Gewißheit werden zu sehen (vgl. Anhang 1 zu Abschnitt III).

lich. Konnte die Erde nicht mehr die Mitte der Welt sein, so sollte es nun die Sonne werden. In ihr suchte man den Ruhepunkt wieder, den man mit der Bewegung der Erde verloren hatte. Nannte sie doch schon Theon der Smyrnaer „das Herz des Universums“; und daß sie wirklich für die Schar ihrer Trabanten das allbelebende, pulsirende Herz ist, „die Seele und das Auge der sie umgebenden Welt“ (Milton), sie, die Herrscherin im Planetensystem, das wird uns dieses zeigen. Im Universum aber, oder zunächst vielmehr in unserm Fixsternsystem, wird sie mit ihrem eigenen System wieder zum dienenden Glied, auch sie nur ein Stern unter Sternen. Hineingezogen in deren vielverschlungene Bewegungen, führt sie mit der Erde uns fort durch das bunte Gewirre der Fixsternwelt.

Für eine solche

Bewegung der Sonne

war in dem vom festen Fixsternhimmel kugelförmig umgrenzten Weltall der frühern Vorstellungen kein Raum. Bevor diese Idee überhaupt platzgreifen konnte, mußte das Himmelsgewölbe durchbrochen, mußte die Eigenbewegung der Fixsterne, mußte die Sonne selbst als ein Fixstern erkannt sein. [62]

An die Fortbewegung der Sonne durch die Räume der Fixsternwelt wagte er aber noch nicht zu denken, obwol er doch schon nicht mehr zweifelhaft war, daß die Sonne ein Fixstern und die Fixsterne Sonnen seien (vgl. Note 8).

[62] Nach Plutarch (De plac., II, 24) hat zwar schon Aristarch „die Sonne zu den Fixsternen gezählt“, jedenfalls aber nicht in dem oben angedeuteten Sinne, da Plutarch an einer andern Stelle (De facie in orbe lunae, 6) und ebenso Archimedes in seiner Sandrechnung berichtet, Aristarch habe gelehrt, daß der Fixsternhimmel und die Sonne ruhe und die Erde sich um die Sonne bewege. Hätte er aber auch die richtige Ahnung gehabt, die Geschichte lehrt, daß sie noch zwei

Schon Bradley sprach sie aus (1748 in seiner Abhandlung über die Nutation); doch erst der große William Her-

---

Jahrtausende hindurch unverstanden, daß das Dogma der festen Fixsternsphäre noch bis zum 17. Jahrhundert herrschend geblieben ist. Noch Kepler glaubte anfangs an eine solche von zwei deutschen Meilen Dicke. Nachdem er selbst aber alsdann durch seine Gesetze die festen Planetensphären zertrümmert hatte (solidos orbes rejeci rühmt er sich selbst), und nun der „himmlische Bote" des Galilei (vgl. S. 22) ihm Kunde brachte von all dem Wunderbaren, was das Fernrohr enthüllt hatte, da verschwand auch in seiner Vorstellung die Idee des Krystallhimmels, und es drängte sich ihm die Ansicht auf, „daß die Fixsterne Sonnen seien". Da nun Galilei bereits auch die Flecken der Sonne bemerkt und aus deren Fortbewegung auf die Rotation derselben geschlossen hatte, so lag der fernere Schluß nahe, daß auch sie sich fortbewegen müsse, wie ja schon Bruno, der acht Jahre vor Erfindung des Fernrohrs den Scheiterhaufen bestieg —

Die Wenigen, die sich und Welt erkannt,
Hat man von je gekreuzigt und verbrannt —

in prophetischer Ahnung nicht blos die Achsendrehung, sondern auch die Fortbewegung der Sonne errathen hatte. Vorgreifende Ahnungen indeß reichen für sich allein nicht aus, die Erkenntniß herbeizuführen, solange sie nicht durch die Beobachtung bestätigt sind. Als aber durch diese, mehr als hundert Jahre später, die Ortsveränderung der Fixsterne festgestellt, als die Eigenbewegung derselben erkannt war, mußte auch der Gedanke platzgreifen, daß auch unser Fixstern, die Sonne, nicht in Ruhe sein könne. Wie der „Kosmos" (III, 279) anführt, soll es Bradley gewesen sei, der zuerst (1748) in der dort citirten Stelle diesen Gedanken ausgesprochen hat. Wenn er aber in der Anmerkung (Kosmos, III, 287, Note 31) noch hinzufügt, „daß es Arago gewesen, der wiederum zuerst auf diese merkwürdige Stelle Bradley's aufmerksam gemacht habe", eine Bemerkung, welcher die Herausgeber der Werke Arago's (XII, 44, Nr. 9) beitreten, so soll sich dies offenbar wol nur auf die neueste Zeit beziehen; denn unmittelbar nach Bradley war es unser großer Denker von Königsberg, der gerade an diesen Gedanken angeknüpft, ja gerade durch diese Stelle Bradley's (in Verbindung mit der Lehre Newton's und den Ideen Wright's) seine Vorstellung von der Anordnung der Fixsternwelt begründet hat. In seiner „Naturgeschichte des Himmels" (Kant's Werke, 1839, VI, 56) führt er diese Stelle wörtlich an, freilich aber nicht, um nur auf sie aufmerksam zu machen, sondern um

schel faßte sie näher ins Auge (1783 in dem Aufsatze über die Bewegung des Sonnensystems). Ja er bestimmte sogar schon die Richtung der Bewegung annähernd zutreffend als nach dem Sternbilde des Hercules hingehend. Durch Argelander und Lundahl endlich ist in unsern Tagen die Thatsache selbst, wie Mädler bestätigt, „mit entscheidender Sicherheit" festgestellt worden. Auch die Frage nach der Richtung der Bewegung, d. h. nur der gegenwärtigen, da die Bahn

---

sie in großartigster Weise zu verwenden. Der Gedanke, der durch die wahrgenommene Ortsveränderung „einiger" Gestirne im Kopfe des Forschers Bradley angeregt worden war: „daß entweder unsere Sonne oder einige Sterne in Bewegung seien", gewinnt im Geiste des Philosophen Kant sofort allgemeinere Dimensionen, wird bei ihm zu dem „neuen Lehrbegriff", daß die Sonne und alle Sterne in Bewegung seien; und dieser Lehrbegriff wiederum wird ein Hauptfundament jenes Weltbaues, der, in seinen Grundzügen durch Herschel's Beobachtungen später bestätigt, die Grundlage unserer heutigen Weltanschauung geworden ist.

Der Gedanke Bradley's war also nicht im Verborgenen geblieben; von Kant aufgenommen, hat er sich von embryonischen Anfängen in seiner ganzen Größe entfaltet. Vielleicht reichen auch jene Anfänge noch über Bradley zurück, da es doch in der That merkwürdig wäre, daß, nachdem Halley schon 1718 die Bewegung der Fixsterne entdeckt hatte, erst dreißig Jahre später die Ahnung aufgetaucht sein sollte, daß auch unsere Sonne nicht stillstehen werde. Eine Spur dieser Ahnung findet sich in der That schon zehn Jahre früher (1738) in dem Bericht Fontenelle's über Cassini's Beobachtungen der eigenen Bewegung der Sterne: „Unsere Sonne selbst", heißt es dort, „ist möglicherweise einer solchen Bewegung unterworfen" (vgl. Arago's Werke, XII, 28). Aber freilich, nur langsam schreitet die Erkenntniß weiter; und wenn z. B. Lambert (in einem Briefe an Kant), sich darüber wundert, daß nicht schon Newton selbst die Idee der Gravitation auf die Fixsternwelt übertragen habe, so hat er eben nicht bedacht, daß zur Blütezeit Newton's die Bewegungen der Fixsterne noch gar nicht erkannt waren, und daß gerade erst diese Erkenntnisse ihn selbst und Kant auf die Idee der allgemeinen Gravitation geführt haben, die, als Ahnung, übrigens auch Newton nicht fremd gewesen ist.

doch sicher eine Curve ist, darf als gelöst betrachtet werden; denn wenn auch die Ortsbestimmungen, welche Struve und Gauß nach Beobachtungen in der nördlichen Hemisphäre, und Galloway und Plana nach solchen in der südlichen Hemisphäre gewonnen haben, in etwas differiren, so lassen sie doch über die Richtung im allgemeinen keinen Zweifel. Sie geht wirklich zur Zeit nach dem Sternbilde des Hercules hin; die Constellation des Hercules scheint sich, wie Arago sagt, von Jahr zu Jahr zu erweitern, während gleichzeitig die entgegengesetzten Sternbilder sich allmählich zusammenziehen. Mädler's jüngste, auf 2163 Sternbewegungen gegründete Rechnung hat für diesen wichtigen Punkt des Himmels (Herschel hat ihn den Apex des Sonnensystems genannt) eine gerade Aufsteigung von 261° 38′,8 und eine nördliche Abweichung von 39° 53′,9 ergeben.[63]

---

[63] Dieser wichtige, für das Jahr 1800 bestimmte Punkt befindet sich am Himmel zwischen ρ und ι des Hercules, dem ersten Stern etwas näher stehend.

Wären die Sterne in Ruhe und nur unsere Sonne in Bewegung, so ließe sich dieser Punkt mit voller Sicherheit bestimmen; denn die Sterne vor uns, auf welche sich unser Sonnensystem hinbewegt, müssen auseinanderzurücken, die hinter uns näher zusammenzutreten scheinen, während die seitwärts stehenden sich scheinbar in entgegengesetzter Richtung mit unserer eigenen bewegen müssen, „genau so“, sagt der göttinger Tobias Mayer, der zuerst diesen seitdem oft wiederholten Vergleich gebrauchte, „wie sich in einem Walde die Bäume, auf welche man zugeht, voneinander zu entfernen, die rückwärts befindlichen sich dagegen einander zu nähern scheinen“. Es würde sich also eine Art Kreisbewegung der Gestirne bilden, welche rechts und links von dem Punkte aus, auf den unsere Bewegung hingeht, sich fortpflanzt und in dem Punkte, von dem wir uns entfernen, sich von beiden Seiten schließt.

Sind nun aber zugleich sämmtliche Sterne nach den verschiedensten Richtungen hin selbst in Bewegung, so wird sich diese Erscheinung in etwas trüben, d. h. im großen und ganzen werden zwar die Sterne einer solchen, auf zwei Pole sich beziehenden Richtung zu folgen scheinen,

Aber welches ist die Form und Lage der Sonnenbahn? Kreisen wir mit ihr um einen andern Centralkörper oder

---

daneben aber vielfach abweichende Bewegungen vorkommen. Wegen dieser vielfachen Ausnahmen, und weil vor hundert Jahren überhaupt erst von wenigen Sternen die Bewegungen festgestellt waren, vermochte Mayer noch nicht zu erkennen, daß sich die Bewegungsrichtung der Sonne wirklich in der von ihm angedeuteten Weise am Sternenhimmel abspiegelt. „Die Bewegungen in unsern Tafeln", das war das Endergebniß seiner Untersuchungen, „lassen bei genauerer Betrachtung einen solchen gesetzmäßigen Zusammenhang keineswegs erkennen."

Daß er aber nichtsdestoweniger vorhanden sein, daß trotz der allgemeinen Bewegung der Sternenwelt die Bewegungsrichtung der Sonne erkennbar hervortreten müsse, hat Mädler an folgendem, der Wirklichkeit mehr als das Mayer'sche entsprechenden Gleichniß anschaulich gemacht. „Wir befinden uns auf einem Fahrzeuge in einem Gewässer, dessen Ufer man nirgends erblickt, aber umgeben von einer großen Anzahl anderer, von den verschiedensten Seiten kommender und nach allen möglichen Richtungen segelnder Schiffe. Stehen wir selbst still, so werden wir in einem solchen Falle keine Richtung vorherrschen sehen. Bewegen wir uns aber selbst, so wird jedem der übrigen Schiffe zu seiner wahren Bewegungsrichtung noch eine gemeinsame scheinbare mitgetheilt, die der unserigen entgegengesetzt ist. Es werden also die meisten sich nach einer Richtung zu bewegen scheinen, die mit dieser letztern entweder zusammenfällt oder doch nicht erheblich von ihr abweicht. Die Schiffe werden da, wo wir uns hinbewegen, auseinanderzurücken und auf der entgegengesetzten Seite näher aneinander zu kommen scheinen, und ist die Anzahl dieser Schiffe groß genug, so werden sie uns durch ihre aus Wahrem und Scheinbarem zusammengesetzte Bewegung über die Richtung belehren können, welche wir selbst innehaben." Erforscht man also, dies Gleichniß auf die Gestirne angewendet, denjenigen Punkt, in Beziehung auf welchen *mehr* als für irgendeinen andern die Bewegungen so erfolgen, wie sie in Gemäßheit der Sonnenbewegung erfolgen müßten, so hat man auch den Punkt gefunden, welcher unter allen, wohin die Sonne sich bewegen könnte, als *wahrscheinlichster* bezeichnet werden muß.

In diesem Sinne untersuchte der große William Herschel die Bewegungen der Sternenwelt auf Grund des Mayer'schen Verzeichnisses der Eigenbewegung der Fixsterne, und zwar in den Abhandlungen von 1783 und 1805 zur Ermittelung der *Richtung*, und in der dritten

mit andern Sonnen und Sternsystemen um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt? Auf diese und andere Fragen hat die Gegenwart zwar Vermuthungen, aber keine Antwort.

---

von 1806 zur Ermittelung der Geschwindigkeit der Sonnenbewegung.

Wenn es nun schon seinem Scharfsinn und seiner Combinationsgabe (vielleicht, wie Mädler meint, durch einen glücklichen Zufall begünstigt) gelungen ist, diesen Punkt zu finden, so mochte man damals, wo erst wenige Sternbewegungen mit Zuverlässigkeit ermittelt waren, immerhin noch an der Richtigkeit dieses Resultats zweifeln dürfen. Jetzt aber, nachdem die von verschiedenen Gelehrten nach verschiedenen Methoden angestellten und auf ebenso sehr der Zahl wie der Güte nach verschiedenen Daten beruhenden Untersuchungen nach derselben Gegend des Himmels (und die neuern fast nach demselben Punkte) hingewiesen haben, hat diese Annahme, wie Enke sagt, hiermit einen solchen Grad von Wahrscheinlichkeit erlangt, daß sie schwerlich noch bezweifelt werden kann.

Da sich nun diese Richtung der Sonnenbahn seit Herschel's Tagen wenig verändert hat, so folgert man hieraus wol mit Recht, daß die Bahn selbst eine sehr große sein müsse. Ob aber darum die Sonne selbst, wie Mädler will, sofort als einzelnes Glied dem ungeheuern, von den scheinbaren Sternengürteln der Milchstraße umschlossenen Fixsterncomplex einzureihen sei, oder ob sie vielleicht, den Ideen Lambert's gemäß, mit einem wenn auch immerhin bedeutenden Theile der Fixsterne zu einem besondern System vereinigt ist, dürfte bei dem gegenwärtigen Stande der Forschung wol noch dahingestellt bleiben müssen. Nur soviel scheint festzustehen, daß sie kein Glied eines Doppelsternsystems oder überhaupt eines kleinern Sternsystems ist. Dazu ist die bereits bekannte Entfernung der nächsten Fixsterne viel zu groß. Die wirkliche Bahn der Sonne und das System, dem sie angehört, wird wol erst nach manchen Irrthümern erkannt werden; denn gewiß wird, wie Bradley schon vor hundert Jahren hervorhob, „die Veränderung der relativen Position der Sterne und der Sonne von einer so großen Zahl von Ursachen abhängen, daß vielleicht viele Jahrhunderte hingehen werden, ehe man das Gesetzliche erkennen wird"; wenn auch diese treffenden Worte des großen Forschers den nicht minder großen Denker von Königsberg nicht abgehalten haben, sofort den Bau der ganzen Fixsternwelt errathen zu wollen (vgl. Note 45).

Denn mit dem, sagt Mädler, was bisher erreicht ist, eine Kenntniß der gegenwärtigen Richtung der Sonnenbewegung, ist nur ein schwacher Anfang gegeben. Auch wenn eine Feststellung der Quantität gelänge, so wären wir doch von einer Bestimmung der Bahnelemente noch weit entfernt. Die Richtung nach Rectascension und Declination gibt zwei, die Geschwindigkeit ein Datum, und sechs werden mindestens erfordert, um ein Elementensystem zu entwickeln. Wir sehen also hier, wie fast überall, wie gering noch die Summe dessen, was wir gefunden haben, gegen das ist, was noch zu bestimmen bleibt.

Dennoch ist der Gewinn, der schon aus diesen Anfängen der Erkenntniß hervorgeht, nicht gering anzuschlagen. Denn allen weitern, der Zukunft anheimzustellenden Bestimmungen über Form und Lage der Sonnenbahn mußte die Gewißheit vorangehen, daß überhaupt eine Bewegung derselben nach einer bestimmten Richtung hin stattfindet.

Mit dieser Gewißheit treten neue große Fragen über die „Welt"stellung von Erde und Menschheit an uns heran. Denn an dieser nunmehr unzweifelhaften Bewegung der Sonne nimmt, mit allen übrigen Gliedern des Planetensystems, auch unsere Mutter Erde theil.

Das ganze Sonnensystem mit allen seinen nun bald hundert Planeten und Planetoiden und deren Monden, mit den Kometen, den unzähligen Schwärmen von Aerolithen und dem Ring des Zodiakallichts, es erscheint wie ein gewaltiger (individueller) Gesammtkörper, in dem ein gemeinsames Leben pulsirt, in dem viele Leben zu einem Gesammtleben vereinigt, viele (für sich wieder individuelle) Weltkörper von mannichfaltiger Beschaffenheit durch allseitige Wechselbeziehungen zu einem größern einigen Gesammtorganismus zusammengegliedert sind, um in dieser untrennbaren Gemeinsamkeit (als Sonnensystem) theilzu-

nehmen an den Bewegungen des nächst höhern Fixstern-systems, während innerhalb des besondern Gesammtorganismus des Sonnensystems dessen einzelne Glieder ruhelos ihre Bahnen um die in (oder doch nahe) dem gemeinsamen Schwerpunkt aller schwebende Herrscherin des Systems, um die Sonne, vollenden.[64]

---

[64] Immer vielfacher gestaltet sich durch diese Fortbewegung des gesammten Sonnensystems auch die Bewegung unserer einst so ruhig und fest geträumten Erde. In ruhelosem Umschwung kreist sie um ihre Achse, „die Zeiten theilend nach Tag und Nacht, und die Scharen ihrer Bewohner im periodischen, hier längern, dort kürzern Wechsel bald dem Lichte zuführend, bald sie demselben wieder entwendend". Während mit diesem Umschwung jeder Punkt des Aequators 1428 Fuß in der Secunde zurücklegt, fliegt die Erde selbst auf ihrer Bahn um die Sonne mit sechsundsechzigmal größerer Geschwindigkeit dahin, eilt sie auf dieser 4,15 Meilen in der Secunde (mehr als 350000 Meilen täglich) weiter und bringt uns hierdurch, in Verbindung mit der schiefen (durch ihre Rotation in dieser Lage festgehaltenen) Stellung ihrer Achse zur Ebene ihrer Bahn, den Wechsel der Jahreszeiten. — Wie lange hat es nicht gedauert, bevor diese Doppelbewegung der Erde in den Gesichtskreis der Menschheit getreten ist, obgleich doch gerade sie, in Verbindung mit der Schiefe der Ekliptik, gleichsam die beiden Angeln bildet, in denen die ganze Eigenthümlichkeit unserer Erdennatur hängt: „der unser ganzes Dasein bedingende Wechsel von Tag und Nacht und der Wechsel der Jahreszeiten".

Welche andern, wenn auch erst nach ungeheuern Zeiträumen in die Erscheinung tretenden „kosmischen" Wechsel wird nun aber wol jene andere dritte Bewegung dem gesammten Erdenleben bringen, in die uns die Sonne auf ihrer Fixsternbahn mit hineinzieht! Die Geschwindigkeit dieser Bewegung ist vielleicht mehr denn doppelt so groß als die, mit welcher sich die Erde um die Sonne schwingt. Während sie hier (im Sonnensystem) nur etwa 350000 Meilen täglich zurücklegt, wird sie in derselben Zeit um mehr als 800000 Meilen von der Sonne mit fortgeführt durch die weiten Räume der Fixsternwelt.

Vielleicht, daß nach Myriaden Erdenjahren die Menschheit dereinst erkennen wird, welche „kosmischen Jahreszeiten" dieses nach Millionen Jahren zählende „Sonnenjahr" dem Erdenleben gebracht haben wird; wenn anders die Sonne wirklich im großen Fixsternsystem

Welche Aufgabe nun hat Erde und Menschheit zu lösen im Sonnensystem und mit diesem wiederum auf dem noch unenträthselten Wege durch das Universum?!

Daß sich nunmehr solche Fragen aufdrängen, das ist der weitere große Gewinn aus jener Erkenntniß der Fortbewegung unsers ganzen Sonnensystems, wenn auch vielleicht viele Jahrtausende vergehen werden, ehe die Menschheit die Antwort auf diese Fragen gefunden oder auch nur die neuen

---

(oder in dem Theil desselben, dem sie zunächst eingegliedert ist) eine ähnliche Bahn beschreibt wie die Planeten in dem ihrigen, wenn anders ihre Bewegung nicht etwa in einer Weise verschlungen ist in das Gewirre der Sternenwelt, für welche uns heute noch jede Ahnung fehlt; ähnlich wie die Menschheit Jahrtausende hindurch nicht einmal eine Ahnung hatte von dieser Bewegung der Sonne überhaupt.

Wie, wenn sich dereinst erfüllte, was heute schon als Ahnung auftaucht, wenn die weitern Beobachtungen jene Vermuthung von Fries bestätigten: daß neben den aus der Ferne anziehenden Grundkräften vielleicht auch noch in die Ferne abstoßende Grundkräfte wirksam sind, welche vielleicht in höhern himmlischen Räumen regieren, vielleicht Sonnensysteme zwischen einander hyperbolische Bahnen durchlaufen lassen?

Jene Ideen von einem Sonnenjahr (vgl. Note 67), in welchem die Sonne nach unsern bisherigen Vorstellungen ihren Umlauf um den Schwerpunkt des Fixsternsystems, dem sie angehört, in einer Kreisbahn vollendet, würden sich dann freilich nur als ein Fehlschluß nach Analogie unserer planetarischen Erfahrungen darstellen, es würde klar werden, daß sie in der That in völlig anderer Weise an den Bewegungen der Sternenwelt theilnimmt. Indeß eine jede Zeit kann nur denken mit den Mitteln, die ihr zu Gebote stehen, kann selbst in ihren Ahnungen nur anknüpfen an das bisher Erkannte. „Mit Sicherheit wird man auf die Form der Bahnen, welche die Schwerpunkte der Doppelsternsysteme und der einzelnen Fixsterne (also auch der Schwerpunkt unsers Sonnensystems) innerhalb des Fixsternsystems beschrieben, erst dann einen Schluß machen können, wenn sich entschiedene Abweichungen der Bewegungen dieser Punkte von der Gleichförmigkeit aus den Beobachtungen herausgestellt haben. Dies aber dürfte erst nach Ablauf vieler Jahrhunderte möglich werden (Peters' Zeitschrift für Astronomie, I, 108).

Perspectiven geschaut haben wird, die sich ihr auf dieser Bahn vielleicht eröffnen, und die ihr überhaupt wol erst die Möglichkeit geben werden, jene Antworten wenigstens theilweise zu erahnen. Die geträumte eigene Schöpferkraft des menschlichen Geistes — hier zeigt sich, was sie ist und was sie schaffen kann, wenn ihr nicht durch die Erscheinungen selbst der Inhalt ihrer Vorstellungen gegeben wird[65]; „nicht einmal über die Natur unsers eigenen Geistes", sagt Röth sehr wahr, „haben wir irgendeine unmittelbare Erkenntniß in unserm Bewußtsein; wir müssen uns ebenso gut erst durch Wahrnehmung und Beobachtung[66] kennen lernen wie den entlegensten Theil

[65] Indeß gilt auch hier, in Bezug auf die Erweiterung der Weltanschauung, was schon vor hundert Jahren Johann Georg Zimmermann in seinem berühmten Werke „Von der Erfahrung in der Arzneikunst" sagte: „Je mehr die Augen gesehen haben, desto mehr sieht auch der Geist"; wie denn freilich auch wieder umgekehrt die Augen um so mehr sehen, je mehr der Geist gesehen hat. Denn das Denken erst öffnet die Augen und läßt das Gesehene in seiner wahren Bedeutung und Wesenheit erkennen.

So bilden also Beobachtung und Speculation eine in untrennbarer Wechselbeziehung stehende Einheit. Treten sie auch in den einzelnen Individuen, mehr oder weniger getrennt, in ihrer Einseitigkeit auf: im großen geschichtlichen Proceß stellt sich die Einheit beider her, und aus dem Ineinandergreifen derselben webt sich das Erkenntnißganze zusammen (vgl. z. B. Note 45 und viele andere Stellen, in denen wir dies zur Anschauung zu bringen versucht haben).

[66] Wird aber nicht auch zu dieser Erkenntniß nur der „Schlüssel" unsers Dichters führen:

Willst du dich selber erkennen, so sieh, wie die andern es treiben.
Willst du die andern verstehn, blick' in dein eigenes Herz.

Nur durch eine Gesammterkenntniß dessen, was uns hier auf Erden umgibt, wird die Menschheit zu dem Verständniß der himmlischen Erscheinungen gelangen; nur durch eine sich fortwährend erweiternde Kenntniß und Erkenntniß dessen, was die Himmelsräume füllt, wird sie über die Weltstellung ihres eigenen Körpers Erde und damit über ihre eigene Aufgabe mehr und mehr zur

der himmlischen Gestirnwelt". Immer tiefer hineingeführt in diese auf jener Sonnenbahn, wird die Menschheit allmählich die Antwort auf jene Fragen finden. Für jetzt wissen wir nur, daß wir nicht in ewigem Einerlei an ein und derselben Stelle des Weltalls mit unserer Erde um die Sonne kreisen; jede sichere Ahnung aber, wohin es geht und woher wir gekommen, sie fehlt uns.

So wenig also wissen wir noch über das Woher und Wohin des Systems, dem wir mit der Erde angehören, mit dem wir dahinfliegen durch das Universum! Wie das Kind in der Wiege von dem Gewühle des Lebens noch keine Ahnung hat, so wenig ahnte auch die Menschheit während der frühern Jahrtausende von jenem Gewirre des Weltlebens,

---

Klarheit gelangen. Nur Beobachtung und Erfahrung werden den denkenden Geist des Menschen im Laufe der Jahrtausende dieser Erkenntniß näher führen, und wenn Kant schon wähnte, in der Lehre Newton's den Schlüssel zum Himmel gefunden zu haben, wenn er meinte: „unter allen Naturdingen, deren erster Ursache man nachforsche, sei der Ursprung des Weltsystems und die Erzeugung der Himmelskörper sammt den Ursachen ihrer Bewegungen dasjenige, was man am ersten gründlich einzusehen hoffen dürfe"; wenn er, ein zweiter Archimedes, sich zu dem Ausspruche vermaß: „gebt mir Materie, und ich will eine Welt daraus bauen" — und wenn man auch heute noch wähnt, mit der Mechanik des Himmels schon den Himmel bezwungen zu haben —, so hat doch der Kosmos auf diese sowie auf alle künftigen Ueberhebungen ähnlicher Art bereits die treffende Antwort gegeben. „Durch den Glanz neuer Entdeckungen angeregt, mit Hoffnungen genährt, deren Täuschung oft spät erst eintritt, wähnt jedes Zeitalter dem Culminationspunkte im Erkennen und Verstehen der Natur nahe gelangt zu sein. Ich bezweifle, daß bei ernstem Nachdenken ein solcher Glaube den Genuß der Gegenwart wahrhaft erhöhe. Belebender und der Idee von der großen Bestimmung unsers Geschlechts angemessener ist die Ueberzeugung, daß der eroberte Besitz nur ein sehr unbeträchtlicher Theil von dem ist, was bei fortschreitender Thätigkeit und gemeinsamer Ausbildung die freie Menschheit in den kommenden Jahrhunderten erringen wird. Jedes Erforschte ist nur eine Stufe zu etwas Höherm in dem verhängnißvollen Laufe der Dinge."

in das sie doch verflochten ist. Wenn nun jetzt erst, wo sich dieses Leben zu enthüllen beginnt, solche Ahnungen aufdämmern, sollte uns dies nicht daran mahnen, daß die Menschheit selbst noch im Kindesalter, nicht aber, wie Hegel in seinem „Logos der Geschichte" meint, bereits im Greisenalter, im Alter der Vollreife des Geistes steht? Die Folge davon, daß man sie immer nur für sich allein betrachtet, daß man sie herausreißt aus ihrer untrennbaren Verbindung mit dem Erd- und Weltganzen, während doch nur in dieser ihre Geschichte überhaupt erst zum Verständniß kommen kann! Nach dem zu schließen, was sie bisher erreicht hat, im Verhältniß zu den noch in unabsehbarer Ferne liegenden, kaum geahnten Zielen, scheint uns die Menschheit wirklich noch im Anfang ihres Lebens zu stehen; scheint sie uns erst wenige Stunden oder Tage von jenem, nach Myriaden Erdenjahren zählenden „Sonnenjahr"[67] durchlebt zu haben, sich noch im Beginne desselben zu befinden. Mit der Erkenntniß ihres Verhältnisses zum Erd- und Sonnensystem wird sie eine weitere Altersstufe des Geistes erreichen und hiermit der Erahnung ihrer Stellung im Weltsystem näher kommen. Muß sie sich daher auch vor-

---

[67] Mädler hat bereits gewagt, dieses Sonnenjahr hypothetisch auf 22¼ oder 27½ Millionen Erdenjahre zu schätzen, von der Voraussetzung ausgehend, daß unsere Sonne mit allen übrigen Sonnen des großen Fixsternsystems um einen gemeinschaftlichen, in die Plejaden (Alcyone) fallenden Schwerpunkt kreise; eine Voraussetzung, die freilich für jetzt nur auf einem Analogieschluß beruht, im übrigen aber, wie Peters dagegen hervorhebt, durch die Beobachtungen noch nicht bestätigt ist (vgl. Note 64). Wenn Mädler dann hinzufügt, „das Verhältniß dieses Jahres der Sonne zum Jahre der Erde ist beiläufig dasselbe wie das eines Jahres der Erde zu einer Secunde", so steht dies im Einklang mit dem, was wir in der Einleitung hervorgehoben haben: daß in der Geschichte der Menschheit die Jahrhunderte Stunden sind, ja vielleicht noch weniger.

läufig noch von beiden gleichsam bewußtlos dahintragen lassen durch das Weltall, ohne mehr als dunkle Vermuthungen einer Beziehung zu diesem zu haben, dürfen wir zweifeln, daß sie, durch jene Fortbewegung des Sonnensystems weiter und weiter hineingeführt in die Tiefen der Himmelsräume, mehr und mehr sich enthüllen sehen wird von den Geheimnissen des Weltlebens?

Nach Bessel's Schätzung legen wir mit dem Sonnensystem täglich etwa 800000 (nach O. Struve kaum 100000) Meilen zurück, und wenn auch diese Berechnungen für jetzt noch unsicher sind, so dürfte doch vorläufig nach Mädler so viel feststehen, daß unserer Sonne, verglichen mit den übrigen Fixsternen, weder eine besonders langsame noch rasche Bewegung, sondern etwa eine mittlere zukomme, die dann immer nicht viel geringer sein wird als die oben angegebene.

So ist denn durch Beobachtung und Rechnung zur Erkenntniß erhoben, was mit dem Augenblick, als die Ruhe der Erde gestört war, im Geiste eines Bruno bereits als Ahnung auftauchte: auch die Ruhe der Sonne ist dahin, sie ist mitverflochten in die ruhelose Bewegung der gesammten Fixsternwelt.

Und doch verändert sich durch alle diese Bewegungen der Fixsterne und unsers eigenen Sonnensystems der Anblick des Firmaments für uns Erdbewohner so überaus langsam und unmerklich, wie wir oben gesehen haben! Es berechtigt uns dies, auf die ungeheuere

Entfernung der Fixsterne

zu schließen, von der natürlich die Unschuld der frühern Zeiten gerade so wenig wußte wie von allen jenen Bewegungen selbst.

Als jedoch Kopernicus die erste Sünde begangen, da es ja, wie noch Leibniz sagte, „Sünde ist von der Bibel abzuweichen", als jener Mann freien Geistes zunächst wenigstens die Erde in Bewegung gesetzt hatte, da mußten, wenn er anders das Richtige erkannt, die Sterne doch mindestens eine scheinbare Bewegung zeigen. Denn nach sechs Monaten steht alsdann die Erde auf der entgegengesetzten Seite der Sonne mehr als vierzig Millionen Meilen von ihrem frühern Standpunkt. Die Gesichtslinien von beiden Punkten aus nach einem Sterne hin müssen also einen Winkel bilden, die Sterne müssen eine Parallaxe haben (d. i., der Winkel, unter welchem von dem betreffenden Sterne aus der Halbmesser der Erdbahn in directer Ansicht erscheint). Und dennoch wollte sich durchaus keine Parallaxe entdecken lassen! Dies war denn auch der scheinbar triftigste Einwand, welchen der durch die Bewegung der Erde selbst in Fluß kommende Glaube der Lehre des Kopernicus entgegenstellte; ein Einwand, der sich auch durch das nicht so ohne weiteres widerlegen ließ, was Kopernicus, von der Richtigkeit seines Systems felsenfest überzeugt, ähnlich wie einst Aristarch, mit dem Blicke des Sehers entgegnete: „Die Sterne müßten wirklich in so großer Entfernung von uns sein, daß der ganze Durchmesser der Erdbahn eine verschwindende Größe gegen dieselbe bilde." [68]

---

[68] Gehörte auch die Kühnheit eines Kopernicus dazu, diesen Gedanken zu fassen zu einer Zeit, in welcher Teleskop und Mikroskop die Relativität der Begriffe von klein und groß noch nicht zur vollen Anschauung gebracht hatten, so war Kopernicus doch immer der Sohn eines Jahrhunderts, in welchem der menschliche Ideenkreis sich nach allen Richtungen hin wunderbar erweitert hatte. Daß aber schon Aristarch, in einer Zeit, in der man noch gar nichts von der Entfernung der Himmelskörper wußte, in der man sich dieselben im allgemeinen noch nahe und zum Theil wol gar noch als in unserer Atmosphäre befindlich dachte, sich zu einem solchen Gedanken erhob, wird nur

Eine solche Entfernung annehmen, in der That, das hieß, wie Mädler treffend bemerkt, dem Stolze des Erd-

erklärlich, wenn wir uns erinnern, daß er es war, der die Ruhe der Erde gestört, der ihre Bewegung um die Sonne erkannt, ja der auch schon die Entfernung des Mondes und der Sonne zu messen gewagt hatte. Wenn er nun, obgleich er den Mond schon bis auf funfzig Erdhalbmesser von uns fortgerückt und den Abstand der Sonne bereits achtzehn- bis zwanzigmal größer gefunden hatte, obgleich er also schon wußte, daß der Durchmesser der Erdbahn wenigstens tausendmal größer sei als der Durchmesser der Erde, nichtsdestoweniger kein Bedenken trug (wie es scheint, um denselben Einwand zu widerlegen, der später auch Kopernicus gemacht wurde), mit Zuversicht zu erklären: „die Sphäre der Fixsterne habe eine solche Größe, daß der Kreis, in welchem sich die Erde um die Sonne bewege, zu ihr sich nur so verhalte wie der Mittelpunkt einer Kugel zur Oberfläche", d. h. also, daß die ganze Erdbahn zu einem verschwindenden Punkt werde, gegenüber der ungeheuern Entfernung der Fixsterne, — so staunen wir über die Großartigkeit einer Weltanschauung, die als vereinzeltes Meteor ihrer Zeit um fast zweitausend Jahre vorangeeilt war und daher von dieser auch noch so wenig verstanden wurde, daß selbst ein Archimedes sich in eine solche Anschauung gar nicht finden konnte. In der Sandrechnung, in welcher er uns jene Worte des Aristarch mittheilt, legt er dieselben dahin aus: Da der Mittelpunkt einer Kugel keine Größe habe, folglich auch zur Oberfläche der Kugel in keinem Verhältniß stehen könne, müsse man annehmen, Aristarch habe sagen wollen: „da wir (nämlich die damals herrschende Meinung) die Erde als den Mittelpunkt des Weltgebäudes ansehen müssen (was Aristarch ja aber gerade nicht that), so stehe sie mit dem, was wir Welt nennen, in eben dem Verhältniß wie die Kugel, in deren Oberfläche nach Aristarch's Annahme die Erdbahn liege, zu der Kugel der Fixsterne". Archimedes beurtheilte also die Worte des Aristarch vorzugsweise als „Mathematiker" und sucht den Sinn derselben derjenigen Vorstellung anzubequemen, die „wir" vom Weltbau haben, d. h. der herrschenden pythagorisch-aristotelischen Weltanschauung; ein Beweis, wie sehr diese damals schon die Grundlage des ganzen Denkens bildete. Ebendarum konnte man auch den wahren Sinn des Aristarch'schen Gedankens noch gar nicht fassen, geschweige denn schon seine Consequenzen ziehen. Ihn annehmen hieß nicht mehr und nicht weniger, als die ganze damalige, alle Vorstellungen beherrschende Weltanschauung umstoßen und eine neue an deren Stelle setzen. Das aber war erst

bewohners, der so lange Zeit hindurch sich und seinen Planeten für den Hauptzweck, ja für das Wichtigste der ganzen Schöpfung anzusehen gewohnt und durch Glaubenssätze in dieser Vorstellung bestärkt war, eine noch viel tiefere Wunde schlagen, als die Erhebung der übrigen Planeten zu gleichem Range und zu gleicher Bedeutung mit seiner Erde ihm bereits geschlagen hatte.

Und dennoch konnte ihm auch diese Enttäuschung nicht erspart werden. Die Wissenschaft kann nun einmal nicht halt machen, auch wenn sie wollte. Ihrem Berufe getreu, reiht sie Erkenntniß an Erkenntniß, unbekümmert um die hergebrachten Glaubensvorstellungen, um die theologischen Richtungen der Zeit. Befangen in diesen, hatte man bis dahin die ganze übrige Welt für kaum mehr als ein Zubehör unserer Erde angesehen und demgemäß die Sterne auch verhältnißmäßig nahe gedacht; waren sie doch nur „an die Feste des Himmels gesetzt, um zu leuchten auf die Erde". Ahnte man auch schon früh, daß sie um vieles weiter stehen als die Planeten: von der wirklichen Entfernung der

---

möglich, als die weitere Entwickelung der nächsten Jahrtausende hierzu vorbereitet hatte.

Und auf welchen Widerstand stieß dieser Gedanke auch jetzt noch, als Kopernicus ihn von neuem den Einwendungen entgegenstellte, mit welchen die Vertheidiger der alten Weltanschauung sein System widerlegt und damit die Anfänge einer neuaufsteigenden Weltanschauung im Keime erdrückt zu haben wähnten! Welche Kämpfe und Anstrengungen, vor allem aber, welche neuen, gerade durch diese Bestrebungen erst gewonnenen Erkenntnisse mußten nicht auch jetzt noch vorangehen, bevor es möglich wurde, jenem großen, ahnungsvollen Gedanken durch Messung und Beobachtung sichere Begründung zu geben, und bevor zugleich, was nicht minder nothwendig war, das durch dieses Suchen und Streben vom Weltall offenbar Gewordene allmählich alle frühern Vorstellungen von demselben umgestaltet und jene neue Weltanschauung vorbereitet hatte, in welcher dieser Gedanke nun erst am rechten Platze, nun erst wahrhaft verständlich war!

Fixsterne wußte das gesammte Alterthum und Mittelalter auch nicht das mindeste. Selbst ein Archimedes hatte in seinem Arenarius den ganzen Durchmesser der vom vermeintlichen Fixsternhimmel umschlossenen Weltkugel nur auf 10000 Millionen Stadien angenommen; das sind 250 Millionen Meilen, also wenig größer als der wirkliche Durchmesser der Jupitersbahn und nur etwa ein Fünftel des Durchmessers unsers winzigen Planetensystems, wenn anders der Neptun dessen Grenze bildet. Auch der Grund, den Ptolemäus dafür anführt, daß unsere Erde im Mittelpunkt jener Miniaturweltkugel feststehe, zeigt, wie nahe auch er sich die Fixsterne dachte, sonst würde man ja, meint er, „dieselben bald größer, bald kleiner sehen, je nachdem die Erde ihnen näher oder entfernter wäre". Sie so weit zu denken, daß die Bewegung der Erde auf ihre scheinbare Größe und Stellung ohne Einfluß sein könnte, fiel ihm nicht ein; obgleich doch schon Aristarch daraus, daß die bereits von ihm erkannte Bewegung der Erde um die Sonne keinerlei Veränderungen am Fixsternhimmel hervorbringe, den vollkommen richtigen Schluß gezogen hatte, daß die Fixsterne „unermeßlich" weit entfernt sein müßten. Das waren sie denn auch für jene Zeit in der That; denn an eine Messung ihrer Entfernungen war damals noch gar nicht zu denken. Nicht einmal zur Bestimmung der Planetenabstände, geschweige denn der Parallaxe der Fixsterne reichten die damaligen Hülfsmittel aus.

Als jedoch zwei Jahrtausende später die Ahnung des Aristarch durch Kopernicus endlich zur Gewißheit erhoben war, wurde auch die Lösung dieser Frage zur Nothwendigkeit. Der Einwand derjenigen, welche die alte Weltanschauung retten wollten, mußte widerlegt, die Entfernungen der Fixsterne mußten bestimmt werden; handelte es sich doch um mehr als um eine astronomische Hypothese!

So war denn die Wissenschaft nur um so eifriger bemüht, die Parallaxe zu finden, je mehr sich dieselbe menschlicher Erkenntniß entziehen zu wollen schien. Glücklicherweise hatte man anfangs gar keine Ahnung davon, um welche Weiten es sich hier handelte, man wäre sonst vielleicht ganz oder wenigstens damals noch zurückgeschreckt vor dem Riesenhaften der Aufgabe. Kühn herangehend, fand man zwar nicht, was man suchte; aber dieses Suchen reihte Erkenntniß an Erkenntniß, zog alles das ans Licht, was verstanden und festgestellt sein mußte, bevor man überhaupt daran denken durfte, der Sternenwelt Herr zu werden, bevor es gelingen konnte, die „unermeßlichen" Entfernungen der Fixsterne zu „messen".

Wie ein rother Faden ziehen sich die rastlosen Bemühungen der Astronomen: die von der Erdbewegung herrührende scheinbare Ortsveränderung, die Parallaxe der Fixsterne, zu finden, durch die Jahrhunderte hin und lassen uns einen ahnungsvollen Blick thun in das wundersam verschlungene Ineinandergreifen jener tausendfältigen Bestrebungen, aus denen die Gesammtentwickelung hervorgeht.

Die Vervollkommnung der Instrumente und Methode, sagt man, mußte vorangehen, bevor die Auffindung der Parallaxe gelingen konnte. Was alles aber mußte in diesen drei Jahrhunderten geschehen, um solche Vervollkommnungen überhaupt möglich zu machen?! Wie mußte die Thätigkeit aller Wissenschaften ineinandergreifen, um die verfeinerten Werkzeuge der Beobachtung herzustellen, welche endlich zum Ziele führten! Und wie mußte sich dann nicht auch wiederum die Kraft des „geistigen Werkzeuges" der Forschung, die höhere Analysis, durch Lösung aller jener Aufgaben erhöhen, welche die fortschreitende Beobachtungskunst ihr stellte?!

Wer möchte sich erkühnen, alle diese verschlungenen Fäden

aufdecken zu wollen, aus denen sich das Gewebe der Geistesarbeit zusammensetzt? Nur erinnern wollten wir, wie sich auch hier das organische Werden kundgibt, das die ganze Natur durchdringt; wie auch hier im allmählichen Entwickelungsproceß jede einzelne Erkenntniß, durch die gesammte übrige Entwickelung auf allen Gebieten des Wissens mitbedingt, emporwächst, um dann wieder befruchtend und anregend auf diese zurückzuwirken, und wie sich so auch in der geistigen Welt alles nach festen Gesetzen zu einem Ganzen gliedert, analog dem Entwickelungsprocesse, aus dem sich die Pflanze auferbaut, der „Kettenbewegung der Pflanzenzelle", wie ihn Nägeli nennt.

Eingedenk dieser allseitigen Verknüpfung alles Wissens, erscheint uns der Fortschritt im einzelnen nicht mehr zufällig, sondern als Theil der gesetzmäßigen Fortentwickelung des geistigen Lebens der Menschheit, zu dessen Korallenbau die ganze Menschencolonie ihren Beitrag liefert, wenn uns zunächst auch nur einzelne Reihen der Erscheinungen in ihren Resultaten vor Augen treten, wie z. B. bei den hier vorliegenden Bestrebungen.[69]

---

[69] In Bezug auf diese Bestrebungen bemerkt der große Forscher, durch welchen sie endlich nach dreihundertjährigen erfolglosen Anstrengungen zum Ziele geführt werden sollten: „Unter den Aufgaben, welche eine fortschreitende Wissenschaft herbeiführt, findet sich vielleicht in jedem Jahrhundert eine, welche großen Einfluß auf die Entwickelung der Wissenschaft erhält und hierdurch weit wichtiger wird als durch ihre Auflösung selbst. Sie wird nicht von Einem gegeben und nicht von Einem aufgelöst, sondern beides entwickelt sich aus dem Gange der Wissenschaft, welchen die Anstrengungen vieler bis zu der Aufgabe befördert haben und bis zu ihrer Auflösung befördern. Dieses ist der Fall der Aufgabe von der Bestimmung der Entfernung eines Fixsterns, deren endliche Auflösung fast unbedeutend erscheint gegenüber den weitgreifenden Kenntnissen, welche das Suchen derselben der Wissenschaft hinzugesetzt hat. Dieselben Anstrengungen, welche für die Auffindung der Entfernung

Kopernicus selbst, mit welchem das Suchen nach der Parallaxe der Fixsterne beginnt, hatte bald erkannt, daß die

eines Fixsterns so lange Zeit erfolglos geblieben sind, sind die Quellen geworden, aus welchen die Astronomie ihre größten Erfolge geschöpft hat, Erfolge, deren vorangehende Erlangung die Bedingung war, nicht allein der endlichen Erkenntniß der Entfernung eines Fixsterns, sondern auch des Steigens der Wissenschaft bis zu der Stufe, auf welcher sie sich jetzt befindet." Was hier der große königsberger Astronom (in der Vorlesung über die Messung der Parallaxe des Sterns 61 im Schwan) von den weitgreifenden Folgen des Suchens nach der Fixsternparallaxe sagt, es gilt nicht blos für die letzten drei Jahrhunderte, es gilt für die ganze Entwickelungsgeschichte der Astronomie, ja es ist eine allgemeine, für die gesammte Bildungsgeschichte der Menschheit geltende Wahrheit!

Aus dem Bestreben, über die Entfernungen der Himmelskörper und deren Verhältnisse Aufschluß zu gewinnen, ist seit den ältesten Zeiten die Astronomie hervorgegangen; dieses Streben hat sie von Stufe zu Stufe gehoben und zugleich alles das ins Leben gerufen, was diese Fortschritte möglich machte, in den frühern Jahrtausenden nicht minder, wie in den letzten drei Jahrhunderten, nur daß natürlich mit jeder neuerreichten Stufe die Aufgabe, wie der Welthorizont selbst, größer, weiter, gewaltiger geworden ist.

Schon die ältesten griechischen Philosophen sehen wir nach der Entfernung und Größe der Himmelskörper forschen, sehen hierdurch die Mathematik zur Entfaltung gelangen (Note 92), mit deren Hülfe den großen Alexandrinern dann der erste Schritt in den Kosmos gelingt, die Entfernung des Mondes gemessen wird, während durch eben diese Bestrebungen auch die Hülfsmittel der Beobachtung damals wie heute sich immer vollkommener gestalten (vgl. Note 96), bis endlich mit dem Fernrohr und den Instrumenten der Neuzeit die Organe geschaffen werden, durch welche weiteres Vordringen möglich, die Entfernung der Sonne und die Ausdehnung des ganzen Sonnensystems sowie der Abstand, der es von den nächsten Fixsternen trennt, durch „Messung" bestimmt, ja selbst schon eine Ahnung gewonnen wird nicht nur von den Dimensionen unserer Fixsternwelt innerhalb der Milchstraße, sondern auch von jenen Fernen, aus welchen andere Fixsternwelten fern jenseit der unserigen als unscheinbare Nebelflecke nur eben noch zu uns herüberschimmern.

Wie auf diesen letzten Ergebnissen der astronomischen Forschung unsere gegenwärtige Vorstellung vom Weltbau, so ruht die Welt-

damaligen Instrumente zur Bestimmung so kleiner Winkel, wie sie die Parallaxe nur darbieten konnte, nicht ausreichten, daß diese unterhalb der Fehler liege, mit denen die Beobachtungen seiner Zeit behaftet waren.

Tycho de Brahe brachte demnächst zwar eine wenigstens sechsmal größere Genauigkeit in die Beobachtungskunst (er konnte, wie Mädler sagt, seiner Winkel bis auf 3—5′ versichert sein; wie Kepler glaubte, sogar bis auf 1′); doch die Parallaxe war nicht zu entdecken. Die Kraft des menschlichen Auges mußte erst in ungeahnter Weise erhöht werden, bevor man weiter vordringen konnte in jene anscheinend unerreichbaren Regionen. Wenige Jahre nach Tycho's Tode (1601) wurde das Fernrohr erfunden (1609). Jetzt

---

anschauung einer jeden Zeit auf dem jedesmaligen astronomischen Wissen, so ist die Geschichte der Astronomie die Grundlage der Geschichte der geistigen Entwickelung des Menschengeschlechts, und in ihr wiederum das Suchen nach der Entfernung der Himmelskörper nicht blos ein Hauptfactor für die Fortentwickelung der Astronomie selbst, sondern durch das, was dieses Streben der menschlichen Wissenschaft überhaupt hinzugefügt hat, von so tiefgreifender Bedeutung für die Gesammtentwickelung, daß sich an diese eine Entwickelungsreihe die ganze Bildungsgeschichte der Menschheit anknüpfen ließe. Freilich müßte dies auch bei einer jeden andern möglich sein, da im wundersamen Organismus der Menschheitsgeschichte alles ineinandergreift, alles sich wechselseitig bedingt; kaum eine zweite aber hat einen so universalen Charakter und hebt sich so erkennbar als eine Hauptader des intellectuellen Fortschritts hervor wie diese.

Von solchem Standpunkte aus verliert das Suchen nach der Fixsternparallaxe den rein astronomischen Charakter und erscheint als die letzte Phase jener durch alle frühern Jahrtausende sich hinziehenden kosmischen Bestrebungen, die uns bestätigen, was wir oben (Note 42) über die „Weltstellung“ der Menschheit angedeutet haben, und die uns zugleich zur Anschauung bringen, wie die Menschheit den Beruf erfüllt, der ihr durch diese Stellung im Kosmos geworden ist. (Vgl. den Rückblick am Schluß des Abschnitts.)

wurden durch Vergrößerung des Gesichtswinkels, unter welchem entfernte Gegenstände erscheinen, Räume erkennbar, die dem bloßen Auge unsichtbar geblieben waren; feinere Winkelmessungen wurden möglich; aber ein volles Menschenalter verging, bevor man nun auf den anscheinend so naheliegenden Gedanken kam, das Fernrohr mit den Meßwerkzeugen zu verbinden. Die Wunder des Himmels, welche es dem menschlichen Blicke enthüllt hatte, die Lichtgestalten der Planeten, die Verfinsterungen der Jupiterstrabanten und anderes nahmen lange Zeit seine Anwendung nur zu dem Zwecke in Anspruch, sich gewissermaßen zunächst in dieser neuen Welt zu orientiren, sich zunächst eine Ueberschau dieser neuen Erscheinungen zu verschaffen. Erst 1634 kam Morin, derselbe, der auch zuerst die Sterne mit Hülfe des Fernrohrs bei Tage[70] beobachtete, auf den Gedanken, es nun auch zu Messungen zu verwenden, und brachte es mit getheilten Instrumenten in Verbindung. Wahrhaft fruchtbringend wurde diese Verbindung jedoch erst, als Gascoigne (1640) mit dem Fadenkreuz das Mittel erfand, die Gestirne durch das Fernrohr genauer zu pointiren, wenn auch diese folgenreiche Verbesserung, „ohne welche alle jene an sich so bewunderungswürdigen Verfeinerungen der Construction und Eintheilung unserer gegenwärtigen astronomischen Instrumente wenig oder nichts erreicht haben würden", merkwürdigerweise selbst in England lange Zeit unbeachtet geblieben und, wie es scheint, später von Huygens (1659)

---

[70] Seit der Aufstellung großer Mittagsfernröhre durch Römer (1691) wurden solche Tagesbeobachtungen der Gestirne häufig, ja bisweilen selbst auf Messung von Doppelsternen angewandt (Kosmos, III, 82). Der nur in 18" Entfernung stehende Begleiter des Polarsterns, ein Stern neunter Größe, ist im dorpater Refractor mehrfach bei Tage gesehen worden.

und von Azout und Picard (1667) in Frankreich gewissermaßen noch einmal erfunden worden ist.

Nach verschiedenen andern vergeblichen Versuchen glaubte nun der große Rivale und Zeitgenosse Newton's, Robert Hooke (1674), durch scharfsinnige Vorrichtungen eine Genauigkeit erreichen zu können, durch welche, wie er hoffte, die Parallaxe bemerkbar werden mußte.[71] Aber die Parall-

[71] „Robert Hooke", sagt Bessel in der Vorlesung über die Messung des Schwanensterns, „ging darauf aus, die so lange gesuchte Parallaxe der Fixsterne durch das Mittel hervortreten zu lassen, welches die Hoffnung, sie zu entdecken, nur täuschen konnte, wenn seine Anwendung früher an die äußerste Grenze der erreichbaren Vollendung gelangte als an die Parallaxe der Fixsterne: er ging darauf aus, die Schärfe der Beobachtungen so hoch als möglich zu treiben." Dadurch mußte es allerdings endlich möglich werden, die bis dahin gar nicht wahrnehmbaren kleinen Ortsveränderungen der Fixsterne, wenn sie vorhanden, zu entdecken. Da indeß diese nicht durch die Parallaxe allein hervorgebracht werden, vielmehr noch andere Ursachen, von denen man damals noch gar keine Ahnung hatte, theils wirkliche, theils scheinbare Veränderungen der Sternörter bewirken (wie die „Eigenbewegung", die „Nutation" und die „Aberration"), so waren Täuschungen unvermeidlich, als die durch das Suchen nach der Parallaxe zu immer größerer Vervollkommnung gelangende Beobachtungskunst endlich kleine Ortsveränderungen der Fixsterne hervortreten ließ, indem man diese für die Parallaxe hielt, obgleich sie die Wirkung von jenen noch unbekannten Ursachen waren. In solcher Weise wurden Flamsteed und Picard anfänglich wirklich getäuscht, als ihre Beobachtungen kleine Ortsveränderungen ergaben, ja Horrebow, der Roemer's gerettete Beobachtungen herausgab, die auf ähnliche Ortsveränderungen geführt hatten, ließ sogar schon eine Schrift unter dem Titel „Copernicus triumphans" erscheinen. Indeß erkannte man bald, daß die Ortsveränderungen anderer Art waren als die, welche die Bewegung der Erde um die Sonne hervorbringen mußte. Allein die Beobachtungen gaben sie noch nicht vollständig genug zu erkennen und waren auch noch immer nicht so genau, daß sie von der Art ihres Herganges unzweideutige Rechenschaft hätten ablegen können. Nur so viel war jetzt klar, daß noch andere unbekannte Ursachen eine Ortsveränderung der Gestirne bewirkten. Diesen

axe von 20—30″, die er für γ Draconis fand, widersprach aller Wahrscheinlichkeit und, wie sich später zeigte, der Wahrheit.

Inzwischen waren neben dem Suchen nach der Parallaxe der Fixsterne jene andern bedeutungsvollen Bestrebungen wach gerufen: durch Gradmessungen über Größe und Gestalt unserer Erde Aufschluß zu gewinnen (vgl. den Anhang). Zum Behufe derselben hatten Azout und Picard schon 1669

---

auf die Spur zu kommen, war also die nächste Aufgabe; denn erst, wenn man wußte, welche andere Ortsveränderungen die Fixsterne, unabhängig von der Parallaxe, erleiden, und diese auch zu erklären und zu bestimmen verstand, war überhaupt die Möglichkeit gegeben, die Parallaxe zu finden. Robert-Hooke nun, der schon 1669 ähnliche Ideen verfolgte wie die, welche später Bradley zum Ziele führten, hatte zur Beobachtung dieser Ortsveränderungen bereits so zweckmäßige Einrichtungen getroffen, daß er, wie Bessel sagt, „damit schon sehr kleine Veränderungen der Richtung des Sterns von einer Zeit des Jahres zu der andern mußte beobachten können, weit kleiner als irgendein anderes astronomisches Instrument verrathen konnte. Allein dennoch verfehlten seine Beobachtungen ihren Zweck gänzlich: der Apparat war gut, und Hooke war scharfsinnig; aber er war kein Beobachter und kein Bradley, und so überließ er diesem die Ernte, die er hätte einsammeln können."

Um dem großen Vorgänger Newton's indeß nicht unrecht zu thun, dürfen wir hierbei nicht vergessen, was ein Bessel, der aus den kleinen, bis dahin gar nicht bemerkten (oder, wenn von Pond bemerkt, doch unerklärt gebliebenen) Abweichungen in der Bewegung des Sirius das Dasein einer unsichtbaren Sonne zu erkennen vermochte, was ein solcher Beobachter unter „beobachten" versteht. War freilich auch Hooke nicht ein Beobachter in diesem Sinne, jedenfalls hat er nicht wenig dazu beigetragen, seinen Nachfolgern das Gelingen möglich zu machen.

Wie seine Ideen die Vorläufer der Newton'schen Gravitationstheorie, so waren seine Beobachtungen, insbesondere seine Zenithalvorrichtungen, die Vorläufer der Bradley'schen. Das Ziel wird eben nicht von einem erreicht und der Spätere, wenn auch noch so selbständig und genial, steht auf den Schultern der Frühern, die in der verschiedensten Weise zum endlichen Gelingen beigetragen haben.

das von ihnen mit dem Fadenkreuz versehene Fernrohr mit den Meßinstrumenten in Verbindung gebracht. Picard's erste Gradmessung war ganz mit solchen Apparaten ausgeführt und hatte die großen Vorzüge dieser Construction in das Licht gestellt. Hierdurch war eine Genauigkeit der Beobachtungen erzielt, welche neue Aussichten für das Auffinden der Parallaxe eröffnete; und in der That stellten Picard und ebenso Flamsteed jetzt wirklich Ortsveränderungen der Sterne außer Zweifel, mit welchen sie anfänglich die Parallaxe gefunden zu haben glaubten. Aber schon Dominique Cassini zeigte, daß diese scheinbaren Ortsveränderungen in einem Sinne erfolgten, der demjenigen, in welchem die Parallaxe hätte wirken müssen, gerade entgegengesetzt war; und Bradley endlich, welcher es in der Genauigkeit der Winkelbestimmungen durch musterhafte Sorgfalt und Umsicht dahin brachte, daß, wie Mädler sagt, „einzelne Secunden kein bloßer Zifferprunk mehr waren", stellte sie in ihrem ganzen Verlaufe fest und enträthselte den wahren Grund derselben. Eine Parallaxe freilich war es nicht, darum aber doch von nicht minder hoher Bedeutung: es war die Nutation und Aberration.[72] Durch diese wurden die

---

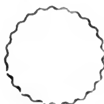
[72] Es sind dies jene kleinen, in Note 71 erwähnten scheinbaren Ortsveränderungen der Gestirne, durch welche frühere Beobachter, wie z. B. Picard und andere, bereits mehrfach irregeführt waren. Die wahren Oerter der Fixsterne werden durch die Nutation und Aberration bis 9", resp. 20" verändert. Auch diese scheinbaren Ortsveränderungen derselben mußten daher ebenso wie die durch das Vorrücken der Nachtgleichen bewirkte entdeckt und erklärt sein, bevor man über die wirklichen Ortsveränderungen der Sterne irgendetwas Sicheres feststellen und zugleich bei dem Suchen nach der Parallaxe vor fernern Täuschungen bewahrt bleiben konnte. Bradley war es vorbehalten, diese scheinbaren Ortsveränderungen nicht blos in ihrem ganzen Verlaufe festzustellen, sondern auch die wahren Ursachen derselben zu finden.

Die Nutation steht in Verbindung mit der schon von Hipparch bemerkten, damals aber noch unerklärbaren Präcession, infolge welcher

früher bemerkten scheinbaren Ortsveränderungen vollständig erklärt, und alle Positionsbestimmungen stimmten nun wie-

---

der Pol des Aequators in 25000 Jahren einen Kreis um den Pol der Ekliptik beschreibt (vgl. oben Note 37). In diese anscheinend kreisförmige Bahn, welche durch die Bewegung des Pols am Himmel abgezeichnet wird, hat nun Bradley's Entdeckung der Nutation eine weitere Schwankung gebracht, freilich so feiner Art, daß sie erst bei so genauen Beobachtungen und mit Instrumenten, wie sie Bradley zu Gebote standen, bemerkbar werden konnte. Bradley fand nämlich, daß sich bei der Präcession kleine Unregelmäßigkeiten zeigten, die sich in 19 Jahren wiederholen, daß der Pol des Aequators bald innerhalb, bald außerhalb jener Kreislinie liege, die er um den Pol der Ekliptik zu beschreiben scheint, sodaß dieselbe hierdurch wellenförmige Ausbiegungen, also etwa folgende Gestalt erhält. Es glückte ihm auch,



den Grund dieser weitern Schwankung der Erdaxe, wodurch eben jene Ausbiegungen hervorgebracht werden, in der durch die Lage der Mondbahn veränderlichen Anziehung des Mondes zu finden. Der treue Begleiter unserer Erde also ist es, der diese schaukelnde Bewegung derselben hervorruft.

Die Durchschnittspunkte der Mondbahn und Ekliptik (die Knoten der Mondbahn) weichen nämlich ebenso wie die Aequinoctialpunkte gegen die Ordnung der Zeichen zurück, nur in ungleich kürzerer Zeit. Schon in 19 Jahren vollbringen sie einen vollen Umlauf. Die Schwingungen, in welche hierdurch die Ebene der Mondbahn gewissermaßen geräth, und die infolge dessen verschieden wirkende Anziehung des Mondes auf den nicht kugelförmigen Theil der Erdkugel, deren gürtelförmige Erhöhung am Aequator gerade zu der Zeit (1744), als Bradley nach dem Grund der Nutation suchte, durch die große französische Gradmessung außer Zweifel gestellt wurde (vgl. Note 93), setzt diese und somit die Erdaxe in eine drehende Bewegung, infolge deren, wenn sie allein bestände, ihr Pol am Himmel eine kleine Ellipse zu beschreiben scheinen würde. Nun beschreibt aber der Pol schon die oben erläuterte, mit der Präcession zusammenhängende größere Kreislinie um den Pol

der so vollkommen, daß für die Parallaxe kein Raum blieb. Da Bradley's Beobachtungen bis auf eine Secunde genau

---

der Ekliptik, und zwar ist diese Bewegung schneller als die in jener kleinern Ellipse; die letztere löst sich daher in zwei Curven auf, von denen die eine innerhalb, die andere außerhalb jener größern Kreisbahn liegt. Durch die hierdurch entstehenden wellenförmigen Ausbiegungen erhält die Bahn, welche der Pol des Aequators infolge der Präcession um den der Ekliptik beschreibt, die Gestalt einer ausgezogenen Spirale; die Erdaxe schwankt, indem sie jenen Umschwung des großen platonischen Jahres vollendet, auf dieser Bahn hin und her, und diese Schwankung (die Nutation), mit welcher die Bewegungen unserer Erde wiederum complicirter und mannichfaltiger werden, ist jene eine große Entdeckung Bradley's, die er bei dem Suchen nach der Parallaxe fand. Nicht minder bedeutungsvoll aber ist die andere, die schon früher (1728) erfolgte Entdeckung der Aberration, welche uns den sinnlichen Beweis von der translatorischen Bewegung der Erde um die Sonne gebracht hat. Bradley hatte nämlich, um die Oerter der Fixsterne genauer, als bis dahin möglich war, zu beobachten und dadurch möglicherweise eine Parallaxe derselben zu entdecken, ein Fernrohr gegen das Zenith so aufstellen lassen, daß es nur längs eines Bogens von wenigen Graden beweglich war. Indem er es nun auf einen bestimmten Stern, der dem Zenith sehr nahe kam, richtete und in dieser Richtung befestigte, bemerkte er, daß der Ort des Sterns allerdings veränderlich war, und zwar in einer Periode, welche dem Erdjahre entsprach. Gleichwol war es nicht möglich, diese Veränderungen auf eine Parallaxe zu beziehen, denn der Ort, welchen der Stern in diesen Beobachtungen einnahm, entfernte sich, mit dem mittlern Orte verglichen, stets um einen Winkel von 90 Grad von demjenigen, den er vermöge der Parallaxe hätte einnehmen müssen. (Er entfernte sich nämlich von diesem mittlern Orte nach derjenigen Seite zu, wohin gleichzeitig die Bewegung der Erde in ihrer Bahn gerichtet war, statt daß die Parallaxe ihn nach derjenigen hätte führen müssen, welche der des Radius Vectors der Erdbahn entgegengesetzt war. Auch fand sie sich sowol nach Bradley's als allen spätern Untersuchungen für alle Fixsterne gleich und nur insofern verschieden, daß diejenigen Sterne, welche in den Polen der Ekliptik stehen, einen Kreis um ihren mittlern Ort beschreiben, die übrigen aber eine Ellipse, mit Ausnahme der in der Ekliptik stehenden, welche eine gerade Linie zu beschreiben scheinen.)

Bradley's Scharfsinn gelang es, bald die richtige Ursache dieser

waren, so mußte sie noch kleiner sein. Hatte man sie daher auch noch nicht erreicht, man wußte jetzt wenigstens, inner=

merkwürdigen scheinbaren Bewegung der Sterne in dem Umstande zu entdecken, daß die Geschwindigkeit, mit welcher die Erde in ihrer Bahn fortschreitet, nicht verschwindend klein ist gegen die Geschwindigkeit des Lichts. Die letztere beträgt in der Secunde gegen 42000 Meilen. In derselben Zeit aber bewegt sich die Erde um mehr als 4 Meilen in ihrer Bahn weiter. Der Lichtstrahl also, der von einem Stern aus mitten auf das Objectiv eines nach demselben gerichteten Fernrohrs fällt, wird auf seinem Wege durch das Fernrohr, welches die Bewegung der Erde mitmacht, um ein wenig abgelenkt, ähnlich wie eine Kugel, die durch einen schnell vorüberrollenden Eisenbahnwagen geschossen, nicht genau senkrecht durch die entgegengesetzte Seite des Wagens geht, sondern nach rückwärts abgelenkt erscheint, da, während sie den Weg von der einen Seite des Wagens bis zur andern zurücklegt, dieser sich gleichfalls fortbewegt hat. Die Richtung, in welcher die Kugel die andere Wand des Wagens trifft, ist also aus zwei Bewegungen zusammengesetzt. Ganz ebenso die Richtung des Lichtstrahls, der durch das Fernrohr unser Auge trifft. Da wir nun den Stern in der letztern Richtung, nicht aber in der sehen, in welcher der Lichtstrahl auf das Objectiv fällt, so sehen wir ihn an einem andern Orte als an dem, wo er wirklich steht. Bewegen wir uns nun in einem Jahre mit der Erde um die Sonne, so müssen, wenn wir den Stern auf dieser Rundreise unausgesetzt beobachten, die scheinbaren Oerter desselben eine der Bahn unserer Erde entsprechende Ellipse um den wahren Ort des Sternes zu beschreiben scheinen. Das ist die Aberrationsellipse, das Spiegelbild unserer Erdbewegung, welche Bradley's genaue Beobachtungen und scharfsinnige Erklärung uns enthüllt haben. Mit der Wahrheit des Kopernicanischen Systems bestätigt uns diese große Entdeckung zugleich, daß die Geschwindigkeit des Lichts, welche Olaus Römer funfzig Jahre früher (1675) aus den Verfinsterungen der Jupiterstrabanten (also für reflectirtes Licht) gefunden hatte, auch für das eigene Licht der Fixsterne eine gleiche ist, wenigstens soweit die jetzigen Hülfsmittel dies erkennen lassen. (Daß auch wiederum die Lichtgeschwindigkeit der verschiedenen Fixsterne ein und dieselbe ist, hat Wilhelm von Struve in Schumacher's „Astronomischen Nachrichten", Nr. 484, nachgewiesen.) Da man diese Lichtgeschwindigkeit seit einem halben Jahrhundert kannte und ebenso die Schnelligkeit der Erdbewegung, hätte man eigentlich schon auf das Vorhandensein der Aberration schließen können, noch ehe man sie bemerkt hatte.

halb welch ungeheuerer Entfernung die Sterne nicht stehen konnten; man wußte jetzt mit Sicherheit, daß uns kein Stern

---

Indeß auch hier sollte erst die Beobachtung, sollte erst das Sehen selbst auf diese folgenreiche Entdeckung hinführen. Hätte es sich nun bei diesem Suchen nach der Fixsternparallaxe lediglich um eine Bestätigung des Kopernicanischen Systems gehandelt, jetzt war mit der Aberrationsellipse ein Beweis gefunden, um vieles anschaulicher, als ihn die, wie man nun wußte, überaus kleine Parallaxe jemals bieten konnte. Weit entfernt aber, sich hierbei zu beruhigen, forschen die Astronomen dieser nunmehr nur um so eifriger nach. Die Aufgabe hatte jetzt eine höhere, selbständige Bedeutung gewonnen. Nicht mehr um eine Widerlegung der Einwendungen gegen das von Kopernicus gefundene wahre Planetensystem, um die Erkenntniß der Fixsternwelt selbst handelte es sich jetzt. Das bei dem Suchen nach der Parallaxe Gefundene gab nunmehr die Möglichkeit, der Eigenbewegung der vermeintlichen „Fix"sterne auf die Spur zu kommen, die inzwischen (seit Halley und Cassini, vgl. S. 56) begonnen hatte sich zu enthüllen. Den ersten Schritt zur Feststellung derselben hatte schon Hipparch durch Entdeckung der Präcession gethan (vgl. Note 37); 18 Jahrhunderte später that Bradley den zweiten und dritten durch Entdeckung der Aberration und Nutation. Nun erst war man im Stande, die wirklichen Sternörter durch Abrechnung jener scheinbaren Ortsveränderungen zu bestimmen und hiermit der Zukunft die Mittel zu verschaffen, die wahren Ortsveränderungen der Gestirne, d. i. deren Eigenbewegung, festzustellen. Zugleich aber hatte die durch das Suchen nach der Parallaxe herbeigeführte Vervollkommnung der Instrumente und Beobachtungskunst jetzt einem Bradley auch möglich gemacht, der Zukunft diese Mittel zu bieten durch jene genauen Bestimmungen von etwa 3000 Sternpositionen, aus denen ein Bessel und andere in unsern Tagen den sichern Nachweis führen konnten: daß die gesammte Fixsternwelt in Bewegung ist (vgl. S. 57 fg.). Neben allen diesen und andern mittelbaren Erfolgen des Suchens nach der Fixsternparallaxe war man nun aber auch dieser selbst näher gekommen, da durch Erklärung der Aberration und Nutation die Täuschungen ausgeschlossen wurden, zu welchen diese Anlaß gegeben hatten, und nunmehr kein Zweifel blieb, daß die Parallaxe unterhalb einer Secunde liege, also nur durch weitere Fortschritte der Beobachtungskunst erreichbar werden könne.

Wie dies endlich geschah, nachdem zuvor noch dieses Suchen auf

näher stehe als vier Billionen Meilen, da keiner auch nur eine Parallaxe von einer Secunde zeigte; einem solchen Winkel aber jene Entfernung (das sind 206265 Erdweiten) entspricht.

So schien der „Welt"horizont, der Fixsternhimmel, immer weiter zurückzuweichen; die Sterne schienen zu fliehen vor dem Erdbewohner, der sich mit seinen Meßinstrumenten ihnen nahen wollte. Standen sie nach der Rechnung des Archimedes nur etwa sechs Erdweiten (zu je 20 Millionen Meilen) entfernt, so waren sie gegen Ende des 16. Jahrhunderts, als man Winkel bis zu drei Minuten zu bestimmen vermochte, schon auf mindestens 1141 Erdweiten hinausgerückt in den Raum; im Laufe des 17. Jahrhunderts, als die Sicherheit von einer Minute erreicht wurde, schon bis auf 3438 Erdweiten oder etwa 70000 Millionen Meilen, und in der Mitte des 18. Jahrhunderts durch Bradley's Messung von Secundenwinkel nun gar auf eine Entfernung von wenigstens 206265 Sonnenweiten oder 4,200000,000000 Meilen.[73]

---

andere neue, nicht minder bedeutungsvolle Entdeckungen geführt hatte, darüber vgl. Note 74 und 75.

[73] Um uns von der Kleinheit eines solchen Secundenwinkels, unter welchem uns die ganze Erdbahn von 41 Millionen Meilen Durchmesser in der oben angegebenen Entfernung erscheinen würde, eine ungefähre Vorstellung zu verschaffen, erinnern wir daran, daß eine Kugel von etwa 1 Zoll Durchmesser uns in einer Entfernung von 3438 Zoll oder 285 Fuß unter einem Gesichtswinkel von einer Minute und erst in einer Entfernung von 206265 Zoll, also von mehr als 17000 Fuß, unter dem Gesichtswinkel von einer Secunde erscheint. Dasselbe Verhältniß gilt nun auch für den Himmel. Eine Parallaxe von einer Secunde wird auch hier einem Abstande entsprechen, welcher 206265 mal das Grundmaß, d. h. den gegenseitigen Abstand der Beobachtungsorte, übertrifft. Die Messung der Entfernung eines Himmelskörpers, dessen jährliche Parallaxe resp. 30 Secunden, 5 Secunden, ½ Secunde beträgt, der also resp. 6875, 41235, 412530 Halbmesser der Erdbahn entfernt ist, erscheint daher, wie Bessel sagt, weder mehr

Mit diesem negativen Resultat einer geringsten Sternweite von vier Billionen Meilen mußten wir uns seitdem be-

---

noch weniger schwierig als die Messung der Entfernung eines eine Meile entfernten Gegenstandes, von einer Standlinie aus, deren Länge resp. 7 Fuß, 14 Zoll, oder 1⅖ Zoll ist. Hat die jährliche Parallaxe eines Fixsterns z. B. die Größe einer halben Secunde, oder ist er 412530 Halbmesser der Erdbahn entfernt, so kann man nicht eher erwarten, ihr Vorhandensein durch Beobachtungen zu entdecken, als bis es gelungen ist, diesen eine so große Schärfe zu geben, daß sie schon bei einer Ortsveränderung von 1⅖ Zoll eine Veränderung der Richtung nach einem eine Meile entfernten Gegenstande angeben.

Und eine solche Schärfe hatten Bradley's Beobachtungen bereits wirklich erreicht! Fernrohr, Mikroskop und Mechanik hatten im Laufe der Entwickelung zusammengewirkt, um die Bestimmung so kleiner Winkel möglich zu machen. Insbesondere die letztere hat die durch das teleskopische Sehen in nie geahnter Weise erhöhte Kraft des menschlichen Auges zur Erforschung der kosmischen Verhältnisse erst wahrhaft verwerthen lassen.

Erst durch Verbindung des Fernrohrs mit sehr genau und in sehr kleine Theile getheilten Kreisen wurden genauere Messungen der Entfernungen möglich. Eine einfache Rechnung ergibt, um wie außerordentlich feine Eintheilungen es sich hier handelt. Theilt man nämlich einen solchen Kreis von 3 Fuß Durchmesser — größere werden aus guten Gründen mit den Fernröhren nicht in Verbindung gebracht — zunächst in 360 Grad, und jeden Grad wieder in 60 Minuten, so nimmt eine Minute in der Peripherie dieses Kreises nur 0,063 einer Linie, d. i. etwa $1/16$ Linie, ein, und dieser Raum muß wiederum noch in 60 Theile getheilt werden, um die Größe einer Bogensecunde zu erhalten, die auf jenem Kreise nur 0,00105 Linien, also etwa den tausendsten Theil einer Linie einnimmt, eine Größe, deren Ablösung nur durch ein gutes Mikroskop möglich ist.

Wenn nun unsere ganze Erdbahn von 40 Millionen Meilen Durchmesser schon aus der oben angegebenen Entfernung, mit welcher die Fixsterne noch immer nicht erreicht sind, nur unter solchem Winkel erscheinen würde, so wird uns hieran klar, wie richtig Kopernicus geahnt hatte, als er erklärte: „daß sie, von den Fixsternen aus gesehen, aus den Augen verschwinde". (Unsere Erde selbst würde schon in einer Entfernung von 350 Millionen Meilen, also von einem Punkte aus,

gnügen, und noch 1837 konnten uns Littrow's „Wunder des Himmels" nichts Weiteres hierüber sagen.

Gerade damals aber führten die dreihundertjährigen Anstrengungen der Astronomen zum endlichen Erfolg. Schon in William Herschel's Händen hatte das zu seiner Zeit noch sehr unvollkommene Fadenmikrometer „Ortsdifferenzen"[74]

---

der noch innerhalb unsers Planetensystems liegt, unter einem so kleinen Winkel gesehen werden.)

So überaus klein nun auch schon die Größe eines solchen Secundenwinkels ist, so ist es seit Bradley's Zeit durch sinnreiche Vorrichtungen doch noch möglich geworden, selbst noch kleinere Winkel, bis zum zehnten Theil einer Secunde, mit einiger Sicherheit zu bestimmen und hierdurch das Mittel gewonnen, die Parallaxe zu finden.

Bradley's Zenithsector war die Frucht der Kunst Graham's. Seitdem hielt die selbständig gewordene Kunst gleichen Schritt mit der zu schneller Entfaltung gelangenden Astronomie; und bis zu welcher Vollendung sie es in neuester Zeit gebracht hat, das tritt uns vor Augen, wenn uns ein Bessel z. B. von den Repsold'schen Meridiankreisen in Hamburg, Königsberg und Pulkowa rühmend mittheilt: „Die Sicherheit ihrer Ablesungen ist so groß, daß der Ort jedes der mikroskopischen Zeiger, deren vier vorhanden sind, selten zwei Zehntel einer Secunde zweifelhaft bleibt, welche auf der Theilung von 1½ Fuß Halbmesser etwa ein Achtzigstel der Dicke eines Menschenhaares haben."

[74] In der Note 71 haben wir angedeutet, wie die durch das Suchen nach der Parallaxe erhöhte Vervollkommnung der Instrumente und Beobachtungskunst früher unbemerkbare kleine Ortsveränderungen der Gestirne hatte hervortreten lassen, und in der folgenden Note geschildert, wie diese in ihrem ganzen Verlaufe festgestellt und als scheinbare, durch die Schwankung der Erdaxe und durch die Abirrung des Lichts hervorgebracht, erkannt worden waren. Da sich nun hierdurch jene Ortsveränderungen vollständig erklärten, ließen sie nichts durch die Parallaxe zu Erklärendes übrig. Diese war also so klein, daß sie sich den bis auf eine Secunde genauen Beobachtungen Bradley's (und was ein solcher Winkel bedeutet, haben wir Note 73 gesehen) noch nicht verrieth. Die Hoffnung, sie zu finden, konnte daher nur

von großer Genauigkeit geliefert. War es auch ihm noch nicht gelungen, wirkliche Parallaxen zu finden (wie einst

---

durch weitere Vervollkommnung der Instrumente, oder durch andere Beobachtungsarten, oder endlich durch beides zugleich in Erfüllung gehen.

William Herschel schlug den zweiten Weg ein, indem er von der Ueberzeugung ausging, daß sie durch Vergleichung scheinbar nahestehender Sterne, der Doppelsterne, leichter bemerkbar werden müßte als durch absolute Ortsbestimmungen. Auch er hielt nämlich die Doppelsterne, damals noch der allgemein herrschenden Ansicht gemäß, für optische, d. h. für solche, die nur scheinbar nahe, in Wirklichkeit aber weit hintereinander ständen. Wäre dies der Fall, so würden sie in der That das geeignetste Mittel zur Auffindung der Parallaxe geboten haben. Stände z. B. der eine Stern 10 Billionen Meilen entfernt, so würde er eine Parallaxe von 0″,4 haben, und wäre der andere dann hundertmal weiter entfernt, so würde seine Parallaxe nur 0″,004, d. h. eine für uns unermeßbare sein. Der hintere Stern würde also feststehen scheinen, während der vordere, infolge der Bewegung unserer Erde um die Sonne, einen kleinen Kreis oder eine Ellipse um seinen mittlern Ort beschreiben würde. Hierdurch müßte sich dann die Distanz und der Richtungswinkel beider Sterne in der Jahresperiode nach einem bestimmten Gesetze ändern. Herschel glaubte nun, eine Veränderung einer an sich so kleinen Größe, wie die sichtbare Entfernung der beiden Sterne eines Doppelsterns ist, bemerken zu können, selbst wenn sie zu klein sein sollte, als daß andere Beobachtungsarten sie verrathen könnten. Dieser Idee folgend, fing er mit einer planmäßigen Aufsuchung der Doppelsterne an. Bald aber wurde ihm klar, daß diese nicht blos optisch nebeneinanderstehen, daß sie physisch verbundene Sternsysteme sind, daß sie einander umkreisen. Hiermit hörten sie nun zwar auf, zum Auffinden der Parallaxe geeignet zu sein, welch staunenswerthe Einblicke in die innere Organisation der Fixsternwelt sollte uns William Herschel aber gewinnen lassen, als er sich nun ganz diesen, bei dem Suchen nach der Parallaxe gemachten großen Entdeckungen zuwendete! (Vgl. S. 77.)

Die Fixsternwelt wurde uns eröffnet, noch ehe unsere Meßinstrumente im Stande waren, den Raum zu bestimmen, der uns von ihnen trennt. War auch das letztere, die Auffindung der Parallaxe, William Herschel noch nicht gelungen, so hat doch auch er keinen geringen Beitrag hierzu geliefert, indem er den Weg gezeigt, auf welchem dies endlich gelingen sollte; oder vielmehr, William Herschel hat diesen Weg zugänglich gemacht. Denn auf ihn verwiesen hatte

Bradley, fand er bei diesem Suchen indeß nicht minder Bedeutungsvolles, die physischen Doppelsterne), so hatte er doch gezeigt, wie jene „Differenzen der Sternörter“ bei noch größerer Genauigkeit der Instrumente zur Auffindung der Parallaxe führen könnten. Seitdem war das Mikrometer durch Fraunhofer's ruhmvolle Bemühungen auf zwei verschiedenen Wegen zu einer Vollendung gelangt, welche neue Anwendungen desselben möglich machten, waren von diesem unsterblichen Optiker jene Instrumente geschaffen worden, die zur Wahrheit werden ließen, was seine schöne Grabschrift der Nachwelt verkündete:

Approximavit sidera!

Mit dem Fadenmikrometer hatte Struve und mit dem an

---

schon Galilei (in seinem dritten Dialog), Gregory demnächst (1675) von neuem darauf aufmerksam gemacht, und Huygens im „Cosmotheoros“ (1698) den Gedanken des Galilei wiederholt ausgesprochen: durch Vergleichung eines hellen Sterns mit einem nahestehenden schwachen die Parallaxe des erstern zu ermitteln. Ja selbst ein praktischer Versuch der Ausführung dieser Methode, die von dem Einfluß der Refraction und von allen jenen Fehlern frei ist, denen die Beobachtungen der Zenithdistanzen und Rectascensionen unterworfen sind, war schon vor William Herschel im Jahre 1740 durch R. Long (wenn nicht vielleicht gar schon durch Römer, vgl. Arago's Werke, XI, 376) gemacht worden, aber ohne Resultat geblieben, da die Sternpaare, welche Long beobachtete (α in den Zwillingen, γ in der Jungfrau und γ im Widder) nicht nur aus beinahe gleich hellen Sternen bestehen, sondern auch, wie wir jetzt wissen, wirkliche, einander umkreisende Doppelsterne sind.

William Herschel's Entdeckung der wahren Natur der Doppelsterne mußte vorhergehen, bevor diese Methode, auf nicht physisch verbundene nahestehende Sterne angewendet, überhaupt erfolgreich werden konnte, die, wenn auch schon mehrfach vor ihm in Anregung gebracht, doch erst durch ihn wahrhaft nutzbar gemacht wurde, da, wie sein großer Sohn gegen Arago hervorhebt, bei den frühern Andeutungen derselben weder von den besondern Umständen der Beobachtung noch von ihren Schwierigkeiten die Rede ist. — Wie diese überwunden wurden, darüber siehe die folgende Note.

das Heliometer angebrachten Messungsapparat hatte Bessel an den Doppelsternen Resultate erlangt, deren Genauigkeit sogar Zehntelsecunden noch als reelle Werthe erscheinen ließ. Dies machte neue Erwartungen rege. Im eigentlichen Sinne unendlich weit konnten doch die Fixsterne nimmermehr stehen, und an der Richtigkeit des Kopernicanischen Systems hatte schon seit mehr als einem Jahrhundert niemand mehr gezweifelt, der mit der Astronomie nur einigermaßen vertraut war. Und jetzt zum ersten mal sollte diese Hoffnung nicht vergeblich sein. Fast gleichzeitig (in den Jahren 1836—38)[75] wurden auf drei verschiedenen Punkten und

---

[75] Seit William Herschel hatte man wiederum verschiedene andere Methoden in Anwendung gebracht; aber alle Bemühungen, die Parallaxe zu finden, blieben vergeblich. Um auch die kleinste Bewegung und Veränderung in der Stellung des Instruments unmöglich zu machen, hatte Pond in Greenwich mehrere Fernröhre mauerfest auf gewisse Sterne richten lassen, dieselben einige Jahre hindurch beobachtet und deren Abstand vom Mittelfaden mikrometrisch gemessen. Doch obgleich die Beobachtungen bis auf einen kleinen Theil einer Secunde sicher und die Instrumente genau waren, blieb die Parallaxe völlig unbemerkbar. Dies führte den großen königsberger Astronomen zu der Ueberzeugung, daß der von Herschel eingeschlagene Weg der richtige sei, daß sich also durch mikrometrische Vergleichungen eines Sterns mit einem andern ihm sehr nahe erscheinenden, aber nicht physisch mit ihm verbundenen die Parallaxe werde erreichen lassen, selbst wenn sie andern Beobachtungsarten unzugänglich bliebe. Damit aber dieser Weg mit Erfolg betreten werden konnte, mußte zunächst wieder Mechanik und Optik zu Hülfe kommen, mußte ein Fraunhofer zuverlässige mikrometrische Messungen möglich machen. Ihm gebührt das Verdienst, größere Fernröhre zuerst so eingerichtet und aufgestellt zu haben, daß der Vortheil des mikrometrischen Messens nicht mehr durch früher damit verbundene Nachtheile überwogen wurde. Er war es, der jene beiden Instrumente geschaffen, welche, zu den feinsten mikrometrischen Messungen geeignet, endlich an das Ziel führen sollten, das große parallaktische Fernrohr, das in Struve's Händen der Astronomie die herrlichsten Früchte gebracht, und das große Heliometer, mit

nach drei verschiedenen Beobachtungsmethoden die reellen Parallaxen dreier Sterne gefunden (61 Cygni durch Bessel,

---

welchem einem Bessel die erste sichere Bestimmung der Parallaxe gelingen sollte.

Wie Bessel (1836—38) mit diesem die Parallaxe von 61 Cygni durch Vergleichung mit zwei nach verschiedenen Richtungen hin nahestehenden (resp. 8′ und 12′ entfernten) schwachen Sternen neunter und zehnter Größe, so fand Struve (1835—38) mit jenem die Parallaxe von α Lyrae durch Vergleichung mit einem nur 43 Secunden entfernt stehenden, mit α Lyrae aber nicht physisch verbundenen Sternchen zehnter bis elfter Größe. Allerdings enthalten beide Parallaxenbestimmungen insofern etwas Hypothetisches, daß sie auf der Voraussetzung beruhen, die schwachen Vergleichssterne seien so weit entfernt, daß ihre Parallaxe verschwindend klein sei; da indeß Peters später auf anderm Wege, durch absolute Höhenbeobachtungen, fast dieselben Resultate für α Lyrae und 61 Cygni erlangt hat, wie Struve und Bessel, so spricht dies für die Richtigkeit jener Voraussetzung. Die dritte, durch Beobachtungen von Henderson und Maclear 1832—38 gefundene Parallaxe von α Centauri hatte sich schon bei den ersten Beobachtungen als sehr groß (nahezu eine Secunde) gezeigt. Bei dieser also durfte man hoffen, durch Beobachtungen des absoluten Orts das Ziel zu erreichen, und erreichte es. Aber es war auch der uns nächste Fixstern, war unsere Nachbarsonne, die uns dreimal näher steht als jener Bessel'sche Schwanenstern, und fünfmal näher als α Lyrae.

Und sind wir nun jetzt, nachdem die dreihundertjährigen Anstrengungen der Astronomen endlich zum Ziele geführt haben, wirklich am Ziele? Stehen wir nicht vielmehr am Anfange des Anfangs? Wer denkt heute noch daran, daß es sich bei diesem Suchen ursprünglich nur um eine Rechtfertigung des Kopernicanischen Systems gehandelt hatte? Das neuentdeckte Planetensystem zu vertheidigen, war man ausgezogen, und eine Welt hat man erobert! Doch nein, nur gelandet ist man in der Fixsternwelt. Jetzt gilt es, auch sie in Besitz zu nehmen, gilt es, der innern Organisation des Fixsternsystems und allen Verhältnissen desselben mehr und mehr auf die Spur zu kommen, gilt es, auch hier zunächst zu ähnlichen Einblicken zu gelangen, wie seit den Tagen des Kopernicus, Kepler und Galilei im Planetensystem.

Sind uns freilich auch von diesem noch immer kaum mehr als die Umrisse erkennbar geworden, werden auch von ihm erst kommende Jahrtausende tiefere Einblicke gewinnen: die astronomie stellaire, die Fixsternastronomie, wie sie die französischen Astronomen nennen,

α Centauri durch Henderson und Maclear, und α Lyrae durch Struve) und durch die weiter fortgesetzten Beobachtungen innerhalb so enger Grenzen fixirt, daß das Problem als gelöst angesehen werden muß. Die Strenge der theoretischen Untersuchung, versichert Mädler, läßt keinem Zweifel Raum, daß das, was man gefunden, irgendetwas anders als die Parallaxe sein könne.

Durch diese erste sichere Auffindung einer Parallaxe ist der mehrerwähnte Stern 61 im Schwan so berühmt geworden. Der große königsberger Astronom, „der Hipparch des 19. Jahrhunderts", war auf die Vermuthung gekommen, daß die hellsten Sterne, an denen man durchaus keine Parallaxe entdecken konnte, vielleicht gar nicht die uns nächsten seien, und daß vielleicht die stärkere Eigenbewegung sicherer als die scheinbare Größe auf die größere Nähe der Fixsterne schließen lasse, daß also die Versuche an diesen wol eher zum Ziele führen möchten. So richtete er denn seine Aufmerksamkeit auf jenen Schwanenstern, der, obgleich nur fünfter bis sechster Größe, doch die stärkste damals bekannte Eigenbewegung gezeigt hatte. Der Erfolg entsprach der Erwartung. Aus mehr als 400 Vergleichungen mit zwei ihm nahestehenden schwächern Sternen erhielt Bessel mit sehr großer Uebereinstimmung die Parallaxe 0",348, was auf 598540 Erdweiten führt, das sind mehr als

---

wird fortan die höhere Aufgabe, wird den Hauptgegenstand der Astronomie bilden; dafür bürgt alles, was sich seit Bradley's und Herschel's Tagen von der Fixsternwelt bereits enthüllt, bürgt die Erweiterung der Weltanschauung selbst, die sich hierdurch unaufhaltbar schon vollzogen hat.

Oder dürften wir noch mit jenen Kleinmüthigen verzweifeln: „daß die Menschheit nie etwas von den Geheimnissen der Fixsternwelt erfahren werde", angesichts dessen, was von diesen Geheimnissen schon jetzt, da jene doch nur soeben eröffnet ist, ihrer Erkenntniß zugänglich wurde?

12 Billionen Meilen, also ungefähr drei Sternenweiten, eine Entfernung[76], welche zu durchfliegen das Licht 9½ Jahre gebraucht. Ein ganz gleiches Resultat erhielt Peters aus sehr genauen Beobachtungen am Verticalkreise, berichtigte indeß später das Bessel'sche Resultat noch durch Wärme-correction auf 0",3744.

Dagegen sind nun für die prächtigen Sterne erster Größe Wega in der Leier, Arctur im Bootes und besonders für die glänzende Capella nur drei- bis achtmal kleinere Parallaxen gefunden worden; diese hellen Sterne also sind um vieles weiter von uns entfernt als jener dem bloßen

---

[76] Man hat verschiedene Versuche gemacht, uns diese ungeheuere Entfernung durch Beispiele an irdischen Größen zur Anschauung zu bringen. Indeß sagt Bessel mit Recht: „Sie ist so groß, daß sie nur begriffen, nicht aber versinnlicht werden kann. Alle Versuche, sie anschaulich zu machen, scheitern entweder an der Größe der Einheit, wodurch sie gemessen werden soll, oder an der Größe der Zahl der Wiederholungen der Einheit. Die Entfernung, welche das Licht in einem Jahre durchläuft, ist nicht anschaulicher als die, die es in zehn Jahren zurücklegt; wählt man dagegen eine anschauliche Einheit, z. B. die Entfernung von 200 Meilen, welche ein Dampfwagen täglich durchlaufen kann, so muß man 68000 Millionen solcher Tagereisen oder fast 200 Millionen Jahresreisen zur Angabe der Entfernung des Sterns machen.

Dadurch kommen wir also der Vorstellung von einer solchen Entfernung um nichts näher, indeß kommt es auch nicht sowol auf diese als vielmehr auf eine Veranschaulichung der kosmischen Verhältnisse überhaupt an; und letztere vermögen wir uns näher zu bringen, indem wir sie in faßbaren Zahlen ausdrücken, d. h. indem wir die Zeit bestimmen, welche das Licht gebraucht, um von irgendeinem Sterne zu uns zu gelangen. Im Abschnitt IV, wo wir diese kosmischen Verhältnisse im Zusammenhange skizziren, kommen wir auf diesen wahrhaft kosmischen Maßstab zurück. Daß übrigens selbst so ungeheuere Größen wie die Entfernung des nächsten Fixsterns unserer Vorstellung nicht völlig unzugänglich bleiben, wenn wir sie auf das rechte Grundmaß beziehen, haben wir in der nächsten Note zur Anschauung zu bringen versucht.

Auge kaum noch sichtbare Stern fünfter bis sechster Größe; während andererseits wiederum ein teleskopischer Stern achter Größe neuerdings eine noch größere Parallaxe gezeigt hat. Dieser dem bloßen Auge gar nicht mehr sichtbare Stern achter Größe steht also noch näher als der Bessel'sche Stern (fast genau zwei Sternweiten), und von allen Sternen erster Größe nur der Hauptstern des Centauren uns noch näher als beide, in etwa $1^1/_4$ Sternweiten von uns. „Möglich", sagt Mädler, „daß unter den noch nicht untersuchten Sternen geringerer Größe einer oder der andere noch näher stehe; von den Sternen erster Größe jedoch keiner, denn diese sind sämmtlich durchforscht. Somit also ist α Centauri unsere Nachbarsonne im großen Fixsternsystem.[77] Einige der andern, mit annähernder

---

[77] Um den Abstand derselben von unserer Sonne unserer Vorstellung näher zu bringen, vergleicht der „Kosmos" ihn mit Neptunsweiten, also mit dem halben Durchmesser unsers Sonnengebiets, und fügt dann hinzu: „Die Angabe solcher numerischer Verhältnisse gewährt, bei geringer Anschaulichkeit, doch wenigstens den Vortheil, daß die Annahme eines sehr großen räumlichen Grundmaßes zu Resultaten führt, die in kleinern Zahlen ausgedrückt werden können."

Diese Annahme ist indeß nichts weniger als eine willkürliche. Die Maßeinheit, auf welche der große kosmische Denker hindeutet (d. h. der Durchmesser unsers ganzen Sonnensystems), ist in der That diejenige, mit welcher wir jene Entfernung vergleichen müssen, wenn wir auch bei Bestimmung der Parallaxe nur Erdweiten zu Grunde legen konnten. Denn bildet das Sonnensystem in seiner Gesammtheit einen riesigen Gesammtkörper (vgl. Seite 107), so müssen wir diesen auch als Ganzes ins Auge fassen und mit seinem Halb- oder Durchmesser den Abstand messen, der es von dem Nachbarsysteme trennt, müssen die Abstände der Sonnensysteme voneinander mit der Größe des Sonnensystems selbst vergleichen. Nur so werden diese großen kosmischen Verhältnisse unserer Vorstellung näher treten. Dürfen wir nun den Neptun, der etwa in 621 Millionen Meilen Entfernung die Sonne umkreist, als den äußersten Planeten ansehen, so trennen 7523 solcher Neptunsweiten unser Sonnensystem von der Nachbarsonne

Sicherheit gemessenen Entfernungen gibt der „Kosmos“ dahin an:

---

im Centauren. Bringen wir aber die weitausschweifenden Kometen mit in Anschlag, und ist die sehr unsichere Angabe, daß der Komet von 1680 sich bis auf 28 Neptunsweiten von unserer Sonne entfernt, richtig, reicht also die Grenze unsers Sonnengebiets bis dorthin, so steht die Nachbarsonne nur noch um 270 Halbmesser dieses Gebiets entfernt; und ist sie selbst wiederum von einem ähnlichen System untergeordneter Glieder umgeben, das sich vielleicht um ebenso viele Neptunsweiten dem unserigen entgegenerstreckt, so verschwindet die „unabsehbare Wüste“, die, wie Littrow glaubte, „als eine leere Zone von nahe vier Billionen Meilen“ die Sonnensysteme voneinander scheidet. Vielleicht, daß kommenden Jahrtausenden gelingt, zu erkennen, daß und wie diese Gebiete einander berühren oder doch in Wechselbeziehung zueinander stehen, vielleicht, daß jetzt noch ungeahnte Hülfsmittel dereinst die Möglichkeit gewähren, zu erforschen und wirklich zu „sehen“, was jene vermeintlich leere „Wüste“ erfüllt, ähnlich wie wir heute schon hier in unserm Planetensystem zwischen Mars und Jupiter eine immer noch wachsende Schar von Weltkörpern leibhaftig vor uns sehen, an deren Dasein und mögliche Sichtbarkeit die frühern Jahrtausende gar nicht einmal gedacht hatten, oder wie wir im Fixsternsystem vorläufig doch wenigstens schon eine jener „dunklen“ Sonnen „erblickt“ haben, denen die Naturphilosophie nicht einmal das Recht des Daseins zugestehen wollte. (Vgl. Note 60.)

Doch was auch immer, unserm Blicke und unserer Erkenntniß noch verborgen, den Raum erfüllen möge, der uns von dem nächsten Fixstern trennt, dieser Raum selbst ist bereits überschritten, ist durch „Messung“ bestimmt, und das Bestreben wiederum, dieser Entfernung Herr zu werden, das Suchen nach der Parallaxe der Fixsterne hat uns mit der Auffindung dieser zugleich auch schon die ersten Einblicke in die eigenthümlichen Verhältnisse unsers Nachbarsonnensystems gewinnen lassen. Wie wenig es auch noch ist, was wir von diesem wissen, es reicht aus, um uns erkennen zu lassen, daß sich hier eine völlig neue Welt vor uns aufthut, daß schon in dieser unserer Nachbarcolonie nicht weniger als alles anders sein muß, als in unserm Planetensystem; es reicht aus, um uns die unendliche Mannichfaltigkeit der unzähligen Sonnensysteme der Fixsternwelt ahnen und uns hiermit von den Vorurtheilen frei werden zu lassen, in denen be-

α des Centauren	1. Größe	4,7	Billionen Meilen	3,6 Jahre Lichtzeit.
61 Cygni . .	5. bis 6. Gr.	11,4	„ „	8,7 „ „
Sirius	1. Größe	18,5	„ „	14,1 „ „
Wega	1. „	20,6	„ „	15,7 „ „
Arcturus	1. „	33,6	„ „	25,6 „ „
Polarstern . . .	2. „	40,2	„ „	30,7 „ „
Capella	1. „	92,8	„ „	70,8 „ „

Die hellstrahlende Capella steht also hiernach in so unge-

---

fangen man die ganze Welt nach dem Modell unsers Sonnensystems auferbauen wollte. (Vgl. Abschnitt V.)

Dem bloßen Auge erscheint α Centauri als ein einfacher Stern erster Größe; dem bewaffneten indeß enthüllt er sich als eine prächtige Doppelsonne, als „der schönste Doppelstern des südlichen Himmels“, gebildet aus zwei Sternen erster und zweiter bis dritter Größe. An Stelle der Allherrscherin in unserm Planetensystem sehen wir hier also schon zwei Sonnen umeinanderschwingen (ja vielleicht ist noch eine dritte, uns jetzt noch unsichtbare ihnen beigesellt, vgl. S. 98), und das in einer Zeit (79 Jahre), nicht so lang als die Umlaufszeit unsers Uranus, und in einem mittlern Abstande (336 Millionen Meilen) noch kleiner als der Halbmesser der Uranusbahn; nur daß jene Sonnenbahn nach Art unserer Kometenbahnen stark elliptisch ausgeschweift erscheint, sodaß beide Sonnen in ihrer Nähe wol zwanzigmal näher stehen als in ihrer größten Entfernung voneinander.

Fehlt uns nun freilich noch jeder sichere Anhalt, die wirkliche Größe jener Sonnen zu bestimmen, da sie uns nur als untheilbare Punkte ohne jeden meßbaren Durchmesser erscheinen (vgl. die folgende Note), so hat doch das Newton'sche Gesetz (wenn anders es auch dort gilt) für jetzt schon Schlüsse auf die „Masse“ jener Weltkörper möglich gemacht, hat uns gelehrt, daß diese nur zwei Drittel unserer Sonnenmasse beträgt, während andererseits wieder eine Vergleichung ihrer Leuchtkraft mit der unserer Sonne diese letztere als dreimal schwächer ergeben hat. Unsere Sonne, in jene Entfernung gerückt, würde uns nur noch als ein Stern zweiter bis dritter Größe erscheinen.

Wenn nun dem Herrschergebiete jener beiden (oder vielleicht drei) Sonnen von verschiedener Größe und Helligkeit ein System verschiedenartiger untergeordneter Glieder angehört, wie wundersam verschlungen und verwickelt müssen die Bahnen dieser Trabanten unter dem Einfluß der selbst umeinanderschwingenden Sonnen sich gestalten; wie mannich-

heuerer Entfernung, daß ihr Licht erst nach einem vollen Menschenalter zu uns gelangt, während es von 61 Cygni uns schon in 8,7 Jahren, von der Sonne aber schon in ebenso viel Minuten erreicht! Auch stehen die Sterne erster Größe oft nicht blos viel weiter als einzelne Sterne fünfter bis achter Größe, sondern zeigen auch wieder unter sich ganz

---

fach müssen deren Beleuchtungsverhältnisse sein, zumal da, wo neben dem nicht selten veränderlichen Glanz auch die Farbe ihrer Doppel- und mehrfachen Sonnen verschieden ist! (Vgl. den folgenden Abschnitt.) Wie völlig verschieden müssen nicht alle Verhältnisse dieser Weltkörper gegenüber denen unsers Planetensystems sein, wie verschieden also auch die gesammte Organisation derselben, mit Einschluß der höchsten Spitze dieser, der denkenden Wesen, und wie verschieden endlich der ganze Bildungsgang der letztern, die Entwickelung ihrer kosmischen Erkenntnisse, von einem Doppelsonnensystem aus, dessen wahre Ordnung ungleich schwerer zu erkennen sein muß als die des unserigen! Oder sind sie etwa gerade durch diese ihre Stellung im Kosmos, oder vielleicht gar schon an und für sich zu höherer Erkenntniß befähigt?

Doch welcher Art sie auch sein mögen, jene Wesen, für die uns jede Vorstellung fehlt, und wie verschieden sie selbst wieder je nach der unendlichen Verschiedenheit der Systeme, denen sie angehören, welche Stufe auch immer das „erdgeborene" Meisterstück der Schöpfung, der Mensch, einnehmen mag in jener unabsehbaren Kette vielleicht höher, vielleicht nieder organisirter Wesen: ein Gesetz wird für alle gelten:

Keiner sei gleich dem andern, doch gleich sei jeder dem Höchsten!
Wie das zu machen? — Es sei jeder vollendet in sich!

Diesem gehorchend, werden sie alle als Glieder des Ganzen ihre Stelle im Kosmos erfüllen, und die Hoffnung nicht getäuscht werden, die wir in der Einleitung (S. 99) mit Oerstedt's Worten ausgesprochen haben: daß wir hier auf Erden stets mehr und mehr zu Einsichten gelangen werden, die uns unendlich mehr als jetzt, selbst das durchschauen lassen werden, was auf fremden Weltkörpern geschieht, daß auf diesen dasselbe in Hinsicht auf uns der Fall sein werde, daß das eine Weltglied das andere durch geistige Kräfte erfassen, daß ein jedes zum Bewußtsein des Ganzen kommen wird, wie verschieden auch die Wege sind, die endlich dahin führen, daß „alles sich zum Ganzen eint".

andere Verschiedenheiten der Entfernung, als ihre verschiedene Helligkeit erwarten ließ.

So trügt uns denn auch dieser Augenschein. Die einst an der Himmelssphäre wie auf ein und derselben Fläche stehend gedachten Sterne befinden sich nicht nur in den allerverschiedensten Abständen von uns, die scheinbar größten sind auch gar nicht einmal die nächsten. Mag es daher im allgemeinen, wie der „Kosmos" sagt, immerhin wahrscheinlich bleiben, daß die hellern Sterne die uns nähern sind, so stehen doch gewiß Größe, Masse, Intensität des Lichtprocesses, eigene Bewegung und Entfernung der Sterne von unserm Sonnensystem in so mannichfaltig verwickeltem Verhältnisse, daß die sogenannten Größenklassen[78] nichts weniger als die

---

[78] Was wir erste, zweite, dritte Größe u. s. w. der Fixsterne nennen (vgl. Note 33), bezeichnet nur die Helligkeit, die Stärke des Lichtglanzes, nicht die Durchmesser derselben. Die ungeheuern, jetzt durch Messung festgestellten Entfernungen der Fixsterne lassen keinen Zweifel mehr, daß sie uns keinen für unsere gegenwärtigen Instrumente meßbaren Durchmesser bieten können. Wollten wir z. B. annehmen, der reelle, von der Erde aus gesehene Durchmesser der oben aufgeführten Sterne wäre $^1/_{10}$ Secunde, so müßte

α Centauri	2000 mal
61 Cygni	33000 „
α Lyrae	72000 „
Polaris.	3,400000 „

unsere Sonne an Volumen übertreffen.

Wollte man ihn aber zu 1 Secunde (wobei er allenfalls meßbar wäre) annehmen, so müßte man die obigen Zahlen noch tausendfach vergrößern, da wir jetzt wissen, daß ein Himmelskörper, welcher den ganzen von der Erdbahn umschlossenen Raum ausfüllte, uns schon in einer Sternweite nur unter einem Winkel von 1 Secunde erscheinen würde (vgl. Note 73). An Körper von so ungeheuern Dimensionen ist aber in den durch die Parallaxenbeobachtungen gefundenen Entfernungen gar nicht zu denken. Deren gegenseitige Einwirkung würde viel stärkere Bewegungen hervorrufen, als wir überhaupt wahrnehmen.

Wenn uns nichtsdestoweniger die hellern Sterne einen scheinbaren

wirklichen Größenklassen der Himmelskörper sind; daß vielmehr nur eine unübersehbare Menge von Ursachen für uns

---

Durchmesser darbieten, und wenn sie uns überhaupt größer erscheinen als die schwächer leuchtenden, so beruht dies auf einer aus der Beschaffenheit unserer Augen entspringenden Täuschung, infolge deren wir einen stärker leuchtenden Gegenstand größer sehen, als er ist und als er uns erscheinen würde, wenn er schwächer leuchtete, weil der Eindruck eines sehr hellen Lichts in unserm Auge nicht auf die Stelle beschränkt bleibt, welche der Lichtstrahl eben trifft, sondern sich ringsum ausbreitet und wir nach diesem Lichteindruck urtheilen. Solange man auf das bloße Auge beschränkt war, wurde man daher in solcher Weise wirklich getäuscht und glaubte namentlich bei den hellsten Sternen sehr bedeutende Durchmesser wahrnehmen zu können. Albategnius schätzte den Durchmesser des Sirius auf 45 Secunden, Tycho auf 120 und Kepler gar auf 240 Secunden. Hätten sie gewußt, daß schon die nächsten Sterne mehr als vier Billionen Meilen entfernt sind, sie würden über diese optische Täuschung nicht in Zweifel geblieben sein, da bei dieser Entfernung, in welcher der Halbmesser der Erdbahn, d. h. 20 Millionen Meilen, unter einem Winkel von 1 Secunde erscheint, ein scheinbarer Durchmesser von 240 Secunden auf einen wirklichen Durchmesser von 240 + 20 Millionen Meilen, also gegen 5000 Millionen Meilen führen würde. Das Fernrohr enthüllte auch diesen Sinnentrug; mit jedem stärkern wurden die scheinbaren Durchmesser kleiner und kleiner, und in den besten erscheinen jetzt alle Sterne nur als untheilbare Punkte ohne irgend meßbaren Durchmesser, allerdings aber von der verschiedensten Helligkeit. Schon Gassendi nahm den Durchmesser des Sirius nur noch auf 10 Secunden an, und Jakob Cassini schätzte ihn (mit einem vierunddreißigfüßigen Fernrohr) wieder nur halb so groß. Als William Herschel endlich Vergrößerungen anwendete von 6500 mal, erschien ihm die Scheibe der Wega nur mit einem Durchmesser von 0″,36, und die des Arctur nur 0″,2; und heute wissen wir, daß auch dies noch die sogenannten falschen Scheiben waren, die selbst im vollkommensten Fernrohr sich noch bilden und eigentlich Abspiegelungen des Objectivs sind. „Es ist gewiß", sagt Mädler, „daß kein Stern bei der ungeheuern Entfernung uns einen (für unsere gegenwärtigen Instrumente) meßbaren Durchmesser bieten kann."

Dafür sprechen auch die Bedeckungen der Sterne erster Größe durch den Mond. Die Scheiben derselben erscheinen selten kleiner als 2″. Wären sie wirklich so groß, so müßten vier Zeitsecunden vergehen, bevor

scheinbar gleiche Lichterscheinungen hervorbringt und, was wir in eine Klasse zusammenstellen, in Wirklichkeit nach

---

sie bei einer Bedeckung durch den Mond hinter demselben verschwinden, da der Mond in jeder Zeitsecunde ½ Bogensecunde von West nach Ost durchläuft. Dagegen verschwindet der Stern in einem unmeßbaren Augenblick, sobald der Mondrand den Mittelpunkt des scheinbaren Scheibchens erreicht; auch diese also beruhen noch auf Täuschung.

Auch die photometrischen Untersuchungen, durch welche schon Gassendi zu der Ueberzeugung kam, daß die von den ältern Astronomen angenommenen, überaus großen Durchmesser irrthümlich sein müßten, lassen für jetzt wenig Aussicht auf irgend meßbare Durchmesser der Sterne übrig. Nach den Vergleichungen der Lichtstärke der Sonne mit der des Sirius scheint dessen Durchmesser nicht einmal $^1/_{50}$″ betragen zu können. Wollaston's Untersuchungen haben nämlich ergeben, daß erst 20000 Millionen Sterne von der Helligkeit des Sirius die Erde ebenso stark beleuchten würden wie die Sonne. Da nun der scheinbare Durchmesser der Sonne 31′ beträgt, würde sich für die Siriusscheibe schon hiernach nur $^1/_{40}$″ Durchmesser ergeben, da aber außerdem nach jenen Untersuchungen der Eigenglanz des Sirius den der Sonne übertrifft, „so sind wir berechtigt anzunehmen, daß der Winkeldurchmesser dieses hellsten Sterns geringer sei als $^1/_{50}$ Bogensecunde". Darf man es hiernach wunderbar finden, fragt Arago, wenn sich bisher noch nichts über die Größe der Sterne durch directe Messungen hat feststellen lassen? Unbedingt ausgeschlossen ist darum aber die Möglichkeit nicht; denn wer darf absprechen über die Hülfsmittel der Zukunft? Vielleicht, daß gerade die schwächern Sterne, von denen einige uns ja auch näher stehen als die hellern und zugleich auch stärkere Eigenbewegung zeigen, jenen noch zu schaffenden Instrumenten zuerst meßbare Durchmesser und hiermit die Möglichkeit bieten werden, die wirkliche Größe jener fernen Sonnen mit gleicher Sicherheit wie die der unserigen zu bestimmen. Für jetzt müssen wir uns bescheiden, durch die Parallaxenbeobachtungen wenigstens von dem Irrthum befreit zu sein, als ließe die verschiedene Stärke des Lichtglanzes der Gestirne sichere Schlüsse zu auf deren Größe oder Entfernung. Darum aber bleibt die genaue Feststellung der Helligkeitsstufen doch von nicht minderer Wichtigkeit, nicht nur, weil neben der Bewegung das Licht der Sterne uns das einzige Mittel bietet, mehr und mehr von den Verhältnissen jener Weltkörper und von der Organisation des Fixsternsystems über-

Raum, Zeit und physischer Beschaffenheit die größten Verschiedenheiten in sich schließt.

Einigermaßen sicher scheint wol nur, daß die hellern Sterne dann, wenn sie zugleich größere Eigenbewegung zeigen, die uns nähern sind; Lichtschwäche dagegen, verbunden mit scheinbarer Unbeweglichkeit, auf größere Entfernung deutet, wenngleich auch hier wiederum wegen der specifischen Verschiedenheit und der Bewegungsrichtung der Gestirne vielfache Täuschungen vorkommen können. Trotz alledem bieten uns die verschiedenen Helligkeitsverhältnisse der Sterne für jetzt das einzige Mittel, um die Entfernungen der übergroßen Menge derselben, bei denen bisher noch keine Parallaxe gefunden ist, wenigstens annähernd schätzen zu können, und sind deshalb für unsere Kenntniß von der Anordnung des Fixsternsystems (vgl. Abschnitt V) um so bedeutungsvoller, als „directe Messungen der Entfernungen auch in Zukunft nur bei sehr wenigen Sternen so weit ge-

---

haupt zu erforschen, sondern weil sich bereits auch in diesen Helligkeitsverhältnissen, in Glanz und Farbe der Gestirne nicht minder unaufhörliche Veränderungen kundgegeben haben wie in den Jahrtausende hindurch für unveränderlich geglaubten Stellungen derselben (vgl. den folgenden Abschnitt).

Ist daher auch für jetzt, wie John Herschel sagt, die Photometrie noch immer ein Desiderat der Astronomie, sind auch die jetzigen Helligkeitsfeststellungen nur etwa ähnliche Anfänge wie einst die Positionsbestimmungen des Hipparch: die Zeit scheint nicht allzu fern, wo es möglich sein wird, den gesammten Lichtzustand des Firmaments mit gleicher Genauigkeit zu bestimmen wie heute schon die Sternörter; und wenn dann durch die Beobachtungen vieler Jahrhunderte oder Jahrtausende die Veränderungen in jenen wie in diesen sorgfältig verfolgt, gemessen und festgestellt sein werden, zu welchen Einblicken in die wahre Ordnung des Fixsternsystems wird dann die Nachwelt gelangen, — Einblicke, denen gegenüber die Theoreme der Gegenwart von der „Organisation der Fixsternwelt" vielleicht noch irrthümlicher erscheinen werden wie uns die Planetensysteme der Alten!

lingen dürften, daß sie eine sichere Basis für weitere Untersuchungen bieten können".[79] (Mädler.)

---

[79] Inzwischen haben die Doppelsterne wenigstens möglich gemacht, sogenannte hypothetische Parallaxen zu bestimmen, die immerhin dazu dienen können, vorläufig eine Vorstellung von den ungefähren Entfernungen derselben zu gewinnen. Wie sich nämlich aus der Umlaufszeit und aus dem Abstande der Doppelsterne ein Schluß auf die Masse derselben ziehen läßt, muß sich auch umgekehrt aus den Massen und Umlaufszeiten auf die Entfernung, also auf die Parallaxe der Doppelsterne schließen lassen. Die Massen derselben sind uns nun freilich nicht bekannt. Ohne Zweifel werden sie unter sich nicht minder verschieden sein wie von der uns für jetzt nur bekannten Masse unsers Fixsterns, der Sonne. So weit sich indeß in einzelnen Fällen mit einiger Wahrscheinlichkeit auf die Masse der Fixsterne hat schließen lassen, war die Abweichung nicht allzu bedeutend. Bei α Centauri beträgt z. B. die gemessene Parallaxe 0,919, dagegen die hypothetische 0,857; und bei 61 Cygni die erstere 0,348 und die andere 0,247". Immerhin also werden wir in vielen Fällen der Wahrheit ziemlich nahe kommen, wenn wir bei jener Berechnung die Masse unserer Sonne als Durchschnittsmasse der Fixsterne zu Grunde legen. In solcher Weise hat Mädler von einer Anzahl Doppelsterne, deren Bahnen bekannt sind, hypothetische Parallaxen berechnet und gefunden, daß unter 16 berechneten Sternpaaren nur bei zweien eine Parallaxe von 0",2 oder 0",1 bis 0",2, welche allenfalls noch meßbar sein würde, zu erwarten ist. Bei allen übrigen ist sie um vieles kleiner, also für jetzt keine Aussicht auf directe Messung vorhanden.

Dagegen hat Savary, der erste, der eine Bahnbestimmung der Doppelsterne versucht hat, und zwar an eben jenem merkwürdigen Stern, ξ ursae majoris, an welchem William Herschel die Umkreisung der Doppelsterne entdeckte, auch zuerst auf die Möglichkeit hingewiesen, die Entfernung der Doppelsterne mit Hülfe der Lichtgeschwindigkeit zu berechnen. Diese letztere hatte Römer daraus erkannt, daß die Verfinsterungen der Jupitersmonde später eintraten, als nach der Berechnung der Fall sein mußte, je nachdem die Erde auf ihrer Bahn um die Sonne dem Jupiter näher oder entfernter stand, daß also das Licht eine Zeit gebraucht, um die Erdbahn zu durchfliegen. Dasselbe muß bei dem Licht der Doppelsterne der Fall und hiermit möglich sein, aus der jetzt genau festgestellten Geschwindigkeit des Lichts die Größe der Doppelsternbahn und hieraus die Entfernung

Sind es also auch nur wenige jener fernen Sonnen, deren Abstände von der unsern bisher mit einiger Sicherheit (vielleicht bis auf den zwanzigsten Theil genau) direct zu messen gelungen ist, mit diesen zuverlässigen Entfernungen sind wenigstens die untern Sprossen einer Himmelsleiter gewonnen, deren obere des Menschen Geist durch des Lichtes Stufen zu ergänzen sich erkühnt hat, um auf ihr vordringend bis zu den äußersten, in den mächtigsten Teleskopen nur eben noch wahrnehmbaren Nebelflecken — den Grenzen des uns sichtbaren Theils vom Universum — selbst noch Ent-

---

desselben zu finden. Liegt nämlich die Doppelsternbahn schief gegen unsere Gesichtslinie, so wird der sich um den Hauptstern bewegende Begleiter eine größere Zeit zu gebrauchen scheinen, um die Hälfte der Bahn zurückzulegen, in welcher er sich von der Erde entfernt, als die andere, in welcher er sich ihr nähert. Fällt die Bahnebene mit unserer Gesichtslinie zusammen, so wird sich der Begleiter in einer geraden Linie durch den Hauptstern zu bewegen scheinen, aber die eine Hälfte schneller zurücklegen als die andere. Die Differenz ist die Zeit, welche das Licht gebraucht, um die Doppelsternbahn zu durcheilen. Beträgt dieselbe z. B. 20 Tage, so ergibt sich für den Durchmesser jener Bahn 72400 Millionen Meilen. Da sich nun der Winkel, unter welchem uns diese Größe erscheint, mikrometrisch bestimmen läßt, ist die Berechnung der Entfernung derselben von uns eine der einfachsten Aufgaben. Mit dieser ist zugleich die obere Grenze der Sternentfernung gefunden, während die Messung der Parallaxe nur die untere, d. h. diejenige Grenze gibt, innerhalb welcher der Stern nicht stehen kann, und hiermit die Möglichkeit gegeben, die wirkliche Entfernung in immer engere Schranken einzuschließen.

„Hiernach wird jedermann begreifen", so schließt Arago seine Erläuterungen der von Savary angegebenen Methode, „welche glänzende Entdeckungen des Astronomen harren, der durch eine Abänderung in den gegenwärtigen Beobachtungsmitteln der Doppelsterne mit bisher unerreichter Genauigkeit die Dauer des halben aufsteigenden und des halben niedersteigenden Umlaufs der Fixsternbegleiter ermitteln wird. Bestimmung der Entfernung der Fixsterne und Bestimmung der Masse dieser Gestirne werden der Lohn einer solchen Verbesserung sein."

Völlig neue Aussichten hat inzwischen wiederum die Entdeckung von Klinkerfues eröffnet. (Vgl. Note 39 und 124.)

fernungen mit einiger Wahrscheinlichkeit schätzen zu können, die nach Millionen Lichtjahren zählen.[80]

„So weit also geht die Verwegenheit des menschlichen Geistes", ruft Plinius schon angesichts der Bestrebungen seiner Zeit aus; „durch kleine Erfolge verführt, kennt er in seinem Uebermuth keine Schranken mehr; kaum daß man sich erkühnt hat, die Entfernung der Sonne «errathen» zu wollen, wagt man sich nun gar an den Himmel selbst; ja man möchte womöglich die Größe der ganzen Welt bis auf Zolle berechnen."[81]

Was würde er heute wol sagen, wenn ihm die Geschichte der Jahrtausende erzählte, wie nicht Weniges hiervon sich bereits verwirklicht hat, wie, mit dem Nächsten beginnend, die Menschheit allmählich weiter und weiter eingedrungen ist in die Tiefen der Himmelsräume, wie sie nach Ermittelung des Mondabstandes die Entfernung der Sonne nicht nur „errathen", sondern bereits mit einer Sicherheit „gemessen" hat, um nichts geringer, als es ihr bei irdischen Entfernungen möglich ist[82]; wie sie hierdurch eine zuver-

---

[80] Vgl. über diese Schätzungen der Ausdehnung unserer Fixsternwelt und der Abstände der Nebelflecke Abschnitt V.

[81] Plin. hist. nat., II, 23. Vgl. das Motto.

[82] In Betreff der Sonne ist dies allerdings noch nicht buchstäblich wahr, da neuerdings wahrscheinlich geworden ist, daß, während man ihre Entfernung schon bis auf $1/230$ für genau ermittelt glaubte, diese nun doch um etwa $1/25$, also um 800000 Meilen, zu groß berechnet war (vgl. Note 108). Indeß bei der Sonnenparallaxe bewirkt auch schon die Ungenauigkeit des 100. Theils der Secunde eine Differenz von 22000 Meilen. Anders beim Monde. „Bei seiner größern Nähe würde ein Fehler von einer Secunde nur den 3421. Theil seiner Entfernung, d. i. 15 Meilen ausmachen. Und bis auf eine Secunde ist die mittlere Parallaxe des Mondes genau bekannt. Beträgt nun etwa die Entfernung Wiens von Lissabon 632 Meilen, so würde der 3421. Theil nur $1/5$ Meile ergeben. Mit einer solchen Genauigkeit ist aber

lässige Kenntniß von der ungeheuern, nie geahnten Ausdehnung unsers Planetensystems gewonnen, doch auch hiermit nicht befriedigt, ihre Meßruthen gelegt hat an die Fixsternwelt; wie sie die Entfernung unserer Nachbarsonne und anderer, in drei-, sechs-, ja zehn- und mehrfacher Entfernung dahinschwebender Sonnen mit annähernder Sicherheit bestimmt und nun selbst gewagt hat, mit dem Maßstab des Lichtstrahls in der Hand, die Tiefen unserer Fixsternwelt zu ergründen, ja über diese hinaus vorzudringen zu jenen andern Sternenwelten, die in unfaßbaren Weiten aus der Nacht des Universums zû uns herüberschimmern!

Wie viel Jahrtausende aber mußten nicht vergehen, bevor es ihr gelang, auch nur die ersten, einigermaßen sichern Kenntnisse dieser kosmischen Entfernungen zu gewinnen, und wie gering und unbedeutend ist noch immer das Erreichte!

Geschichtlicher Rückblick.

Wunderbar regelmäßig aber ist der Gang dieser kosmischen Eroberungen. Mögen auch immerhin einzelne Ahnungen und Lichtblicke voraneilen, hier wie überall sehen wir die Erkenntniß selbst nur Schritt für Schritt vorschreiten.

---

weder diese noch die Distanz der meisten andern Hauptstädte Europas durch wirkliche Messung bestimmt, sodaß wir also, wenigstens bis zu unserm Monde, die Weite der Wege am Himmel besser als die auf der Erde zu beurtheilen im Stande sind. (Vgl. Littrow in Gehler's Physikalischem Wörterbuch, VI, 3.)

Indeß hat sich neuerdings gezeigt, daß auch jene Mondsentfernung doch noch nicht so genau bestimmt war, wie man glaubte. Nach zahlreichen neuern, auf der Sternwarte Greenwich angestellten Beobachtungen, soll dieselbe nämlich um 40 Meilen kleiner sein, also nur 51762, nicht 51803 Meilen, wie man zuletzt annahm, betragen. (Mädler.) Auf diese Entfernung aber wird die obige Behauptung dann wol Anwendung finden dürfen.

Nur scheinbar macht die Entwickelung Sprünge; alle vorgreifenden Bestrebungen dienen stets nur dazu, das nächste noch Unerkannte enträthseln zu helfen, und sind insofern ein wesentlicher Factor der Gesammtentwickelung.

In den frühesten Jahrtausenden der Menschheit, im ersten Kindesalter derselben, als Sonne und Mond ihr noch die himmlischen, Licht und Leben spendenden Gottheiten waren: wie hätte sie daran denken sollen, ihnen mit irdischen Maßen zu nahen? Noch ohne alle Kenntniß von der Gestalt und Größe der Erde, auf der sie wandelte, wie hätte ihr schon in den Sinn kommen sollen, sich an die Messung des Himmels zu wagen? Nur Dichtung und Glaube, das Schwesterpaar, reichte hinauf in jene unnahbaren Regionen, so hoch über dieser sublunarischen Welt, daß, als Zeus den Hephästos hinabwarf von der heiligen Schwelle des Himmels:

Ganz den Tag durch flog er, und spät mit der sinkenden Sonne
Fiel er in Lemnos hinab und athmete kaum noch Leben —
(Ilias, I, 592)

und höher noch bei Hesiod:

Denn neun Tag' und Nächte bedürft' ein eherner Amboß,
Um von dem Himmel herunter am zehnten zur Erde zu kommen.
(Theogonie, 722.)

Erst als sich in den alten Culturländern,

Dort, wo der Euphrat strömt und der Nil durchwoget die Fluren —
(Manilius),

wo man, wie Aristoteles sagt, vieles schon Jahrtausende früher gewußt, erst als sich hier durch vielhundertjährige Beobachtung des Himmels die Anfänge der astronomischen Wissenschaft, oder doch wenigstens die Vorstufen derselben, entwickelten, wird man auch schon früh daran gedacht haben, über die kosmischen Entfernungen Aufschluß zu gewinnen. Die älteste uns erhaltene Nachricht dieser Art führt uns vielleicht tiefer in das Alterthum zurück, als es auf den ersten Blick scheinen möchte. Plinius theilt uns nämlich

unter den verschiedenen, damals schon angestellten Versuchen, die Dimensionen des Planetensystems zu bestimmen, auch eine ägyptische Berechnung mit, welche er in dem Werke des Petosiris und Nechepsos [83] gefunden hat. Nach derselben

[83] Petosiris und Nechepsos gehören wahrscheinlich dem 7. Jahrhundert v. Chr. an (Ideler, „Ueber den Ursprung des Thierkreises", S. 23); dem letztern wird mehrfach der Königstitel beigelegt. So z. B. sagt Firmicus: „Divini illi viri et sanctissimae religionis antistites, Petosiris et Nechepso, quorum alter imperii gubernacula tenuit", und Galen citirt das 14. Buch des *Βασιλεὺς Νεχεψώς*. Zoëga steht daher nicht an, diesen für identisch mit dem gleichnamigen ägyptischen Könige der sechsundzwanzigsten (Saitischen) Dynastie zu halten, dessen Regierungszeit nach Bunsen in die Jahre 677 bis 672 v. Chr. fällt. Er war der Großvater des Psammetich, unter welchem Aegypten sich den Griechen öffnet, und diesen nun alle jene Kenntnisse und Vorstellungen mehr und mehr zugänglich werden, welche eine Jahrtausende umfassende eigenartige Culturentwickelung dort angesammelt hatte.

Der Name des Thales, der nach Aegypten ging, um von den ägyptischen Priestern zu lernen, und erst im reifern Alter von dort zurückkehrte (Diog. Laërt., I, 3, 24 und 25, 27; Plut. plac. phil., I, 3, und conviv. sept. sap., c. 2; Plin., XXXVI, 17): er ist es, an welchen sich die für uns deutlich erkennbaren Anfänge jener großartigen Culturdurchdringung knüpfen, infolge deren eine neue, in allen Punkten von der altgriechischen Vorstellungsweise abweichende Weltanschauung in den Geistern der bahnbrechenden Philosophen sich losringt. Denn daß sich die seit ihm aufsteigende neue Vorstellung vom Weltbau aus der vorangegangenen Entwickelung des griechischen Wissens „für sich allein" nicht erklären läßt, daß die griechische Philosophie, aus der Vermählung morgenländischer Weisheit mit griechischem Genius geboren, sich nur als eine neue Phase im großen Bildungsgange der Menschheit von dem culturhistorischen Hintergrund der ältern Völker abhebt, daß erst auf diesem ihre Entstehung wahrhaft verständlich werden kann: das alles erscheint vom Standpunkte der Gesammtentwickelung kaum zweifelhaft, wie oft man es auch, durch den Glanz der griechischen Cultur geblendet, verkannt und bestritten hat, ja noch heute bestreitet; als ob die Griechen außerhalb des großen weltgeschichtlichen Entwickelungsprocesses gestanden hätten, als ob sie mehr gewesen, als ein einzelnes,

soll ein einzelner Grad der Mondbahn, als der kleinsten, etwa 33 Stadien, ein Grad der Saturnsbahn, als der größten, doppelt so viel, und ein Grad der Sonnenbahn, als der mittlern, das Mittel zwischen beiden betragen haben. Hiernach würde sich die Entfernung des Mondes nur auf wenig mehr als 40 Meilen, also auf noch nicht einmal so viel einzelne Meilen belaufen, als sie Tausende zählt. Darum nennt sie Plinius auch die bescheidenste von allen, „plurimum habet pudoris", zumal wenn man zur Saturnsbahn noch die Entfernung des Thierkreises (des Fixsternhimmels) hinzufügen wolle, sich eine „innumerabilis multiplicatio" ergeben würde. Eben diese „Bescheidenheit" nun scheint uns dafür zu sprechen, daß wir hier in der That eine sehr alte, den ursprünglichen Vorstellungen von der großen Nähe der Himmelskörper noch angemessene Berechnung vor uns haben, die sich vielleicht, was gerade in Aegypten wahrscheinlich ist, als feststehendes Dogma durch die Jahrhunderte hindurch

---

freilich bedeutungsvolles Glied in der Gesammtentwickelung der Menschheit! Wir kommen später hierauf zurück. Hier sollte nur daran erinnert werden, daß auch jene Nachricht des Plinius bestätigt, was anderweit außer Zweifel gestellt ist: daß jene Vorstellungen vom Weltbau, die bei den Griechen mit Thales begonnen und zu einer völlig neuen Weltanschauung geführt haben, in ihren Grundzügen bei den Aegyptern und Chaldäern bereits vorhanden gewesen sind (vgl. Lepsius, Chron., I, 199).

Da diese schon viele Jahrhunderte hindurch die Bewegungen der Planeten wie der Sonne und des Mondes aufmerksam beobachtet und verfolgt hatten, bleibt es allerdings auffallend, daß sie bei Schätzung der Abstände noch so weit hinter der Wahrheit zurückgeblieben waren. Die Mathematik, wenn auch in ihren Anfängen bei ihnen ebenfalls bereits vorhanden, mußte wol erst durch griechischen Genius in der Zeit von Thales bis Euklid jene Vollendung erhalten, durch welche mit der inzwischen sich vollziehenden Vervollkommnung der Instrumente und Beobachtungskunst in der Alexandrinischen Zeit die ersten derartigen Bestimmungen gelingen sollten. (Vgl. Note 86 u. fg.)

vererbt hat. Petosiris und Nechepsos haben zwar allem Anschein nach nicht vor dem 7. Jahrhundert v. Chr. gelebt, aber das Werk, in welchem sie die Berechnung mittheilten, war ein encyklopädisches, kann daher sehr wohl eine altägyptische Annahme enthalten haben. Gehörte aber auch die Berechnung ihnen selbst oder ihrer Zeit an, so ist sie doch insofern nicht ohne Interesse, als sie uns zeigt, daß die Aegypter damals wenigstens schon den Versuch gemacht hatten, kosmische Entfernungen zu bestimmen, und daß bei ihnen damals auch schon jene Vorstellungen vom Weltbau vorhanden waren, die wir in den nun folgenden Jahrhunderten bei den griechischen Philosophen sich entwickeln sehen.

Gerade um diese Zeit, seit dem 7. Jahrhundert, waren die Griechen mit dem Wissen der alten Culturvölker näher bekannt geworden. Als nun in Thales und Anaximander die ältesten griechischen Astronomen[84] erstanden, als mit

---

[84] Eine von Diogenes Laërtius (I, 34) uns aufbewahrte Inschrift auf einer Bildsäule des Thales bezeichnet ihn als den ältesten Astronomen Griechenlands: *„Τόνδε Θαλῆν Μίλητος Ἰὰς θρεψασ ἀνέδειξεν Ἀστρολόγον πάντων πρεσβύτατον σοφίᾳ"*. Und das mit vollem Recht; denn nicht, weil er der erste griechische Philosoph war, hat er gelegentlich auch über die Einrichtung des Weltbaues, über Größe und Beschaffenheit der Himmelskörper und über die Entstehung der Welt philosophirt, sondern erst dadurch, daß er der Vater der griechischen Astronomie war, wurde er zum Begründer der griechischen Philosophie.

Das astronomische Wissen und die kosmischen Vorstellungen der alten Culturvölker waren der zündende Funke, welcher die Philosophie der Griechen ins Leben rief. Hieraus, nicht aber „aus der Natur des griechischen Denkens für sich allein", wie die meisten Geschichtschreiber der Philosophie nachzuweisen noch immer sich abmühen, hieraus erst erklärt sich die Entstehung der griechischen Philosophie, erklärt sich namentlich die kosmologische Richtung der frühesten Speculation, erklärt sich, daß Thales der Stifter gerade einer solchen, auf die Erforschung des Kosmos gerichteten Philosophie, daß er, wie ihn Aristoteles nennt, *„ὁ τῆς τοιαύτης ἀρχηγὸς φιλοσοφίας"*

ihnen an Stelle der alten homerisch-hesiodischen Weltanschauung eine völlig andere Vorstellung vom Weltbau sich

---

geworden ist; erklärt sich, daß, wie Cicero sagt, „ab antiqua philosophia usque ad Socratem numeri motusque tractabantur, et unde omnia oriuntur, quove reciderent; studioseque ab his siderum magnitudines, intervalla, cursus anquirebantur, et cuncta coelestia".

Alles dies war bis auf Thales den Griechen so gut wie unbekannt. Noch zu Pythagoras' Zeit wußten sie nicht einmal, daß Morgen- und Abendstern ein und derselbe ist, geschweige denn, daß sie schon daran gedacht hätten, die Bahnen und Umlaufszeiten der Planeten und deren Reihenfolge zu erforschen, den Kosmos zu ordnen. Bis auf die Beobachtung des Auf- und Untergangs der Gestirne zur Bestimmung der Jahreszeiten und für die Zwecke des Landbaues und der Schiffahrt, waren jene „omnia coelestia" ihnen noch fremd, war der Kosmos ihnen noch ein Buch mit sieben Siegeln.

Wenn uns nun alles dies schon bei den drei ältesten Philosophen als etwas Bekanntes entgegentritt, wenn wir sie im Besitz eines Schatzes astronomischer Kenntnisse und kosmischer Erfahrungen finden, die nur durch Jahrhunderte hindurch fortgesetzte Beobachtungen gewonnen sein konnten, wenn wir sehen, wie sie auf Grund derselben zu einer völlig neuen Vorstellung vom Weltbau gelangen, wie hierdurch das Denken in eine völlig neue Richtung gelenkt, eine neue Weltanschauung gewonnen wird, so wird uns klar: das Wissen des Orients war der Menschheit unverloren, „das in Jahrtausenden Erprobte", wie Plato sagt, kam um jene Zeit nach Griechenland und wurde der Same, der hier auf griechischem Boden jene goldenen Blüten trieb, deren bedeutungsvollste Frucht, „die neue Weltanschauung", in den Schos der Nachwelt fallend, die Grundlage neuer Bildungen, neuer Denk- und Glaubenskreise werden sollte.

Eduard Röth, der erste, welcher die Entstehung der griechischen Philosophie von einem solchen wahrhaft welthistorischen Standpunkte aus erfaßt und dargestellt hat, er hat auch den Weg gezeigt, auf welchem allein ein richtiges Verständniß ihrer besondern Entwickelung zu gewinnen ist, nämlich durch Festlegung des historischen Hintergrundes, des astronomischen Wissens und der Ideenkreise der alten Culturvölker sowie durch möglichst vollständige Wiederherstellung dessen, was die einzelnen griechischen Denker selbst vom Kosmos gewußt und welche Vorstellungen sie hieran

zu entwickeln begann, als dann der Schüler beider, Pythagoras, diese neuen Vorstellungen zu jenem harmonischen Ganzen zusammenfaßte, dem er zuerst den Namen Kosmos gab[85] — in der Mitte der Welt die Erdkugel, um sie

geknüpft haben. Auf diesem realen Boden ist ihre Philosophie erwachsen; nur wenn er wiedergewonnen wird, kann sie wahrhaft verständlich werden. Zu dem erstern werden die morgenländischen Forschungen allmählich immer reicheres Material liefern, und das andere: eine Geschichte der kosmischen Systeme oder vielmehr des astronomischen und des Naturwissens der griechischen Denker überhaupt — wir zweifeln nicht, daß schon die nächsten Jahre sie bringen und hiermit für die Geschichte der Philosophie eine sichere Grundlage legen werden.

[85] Wunderbar schnell haben sich diese neuen Vorstellungen vom Weltbau, zwar nicht im griechischen Volke (denn in diesem lebte die alte homerisch-hesiodische Weltanschauung mit dem ganzen auf ihr erwachsenen religiösen Ideenkreise noch auf Jahrhunderte hin fort), wohl aber in seinen Denkern entwickelt; so schnell, daß diese Entwickelung ohne jenen mehrfach angedeuteten Culturzusammenhang geradehin unerklärlich sein würde. Schon durch die drei ältesten griechischen Philosophen, durch Thales, Anaximander und Pythagoras, steht der neue Weltbau in seinen Grundzügen vollendet da.

Bis Thales hin war die geographische Weltanschauung, wie sie uns bei Homer und Hesiod entgegentritt, die alleinige Grundlage des Denkens und Glaubens. Auf der „breitbrüstigen", vom Okeanos umflossenen Erdscheibe, ruhte das blaue Dach des Himmels mit den bunten Bildern der Sterne. Tief unter der Erde wurde der Tartarus gedacht:

So weit unter dem Als (Hades), als über der Erd' ist der Himmel (Ilias, VIII, 16).

Nicht viel anders waren auch die Volksvorstellungen bei den alten Culturvölkern, wie weit denselben auch die kosmischen Erkenntnisse ihrer Priester vorangeeilt waren. Durch Thales gelangen diese zu den Griechen, deren Denker nun jene neuen Vorstellungen vom Weltbau gewinnen, welche auf Jahrtausende hin die Grundlage einer neuen Weltanschauung werden sollten.

Schon in der Vorstellung des Thales hat sich die oberirdische Halbkugelschale des Himmels mit der unterirdischen zur Himmelskugel verbunden, in deren Mitte die Erde schwimmt, wie das Ei in der Schale,

schwingend in immer größern Abständen die sieben Planeten, zu denen Sonne und Mond noch gezählt werden, und jen-

entsprechend den Vorstellungen der Aegypter (und merkwürdigerweise auch denen, welche die Chinesen schon ihrem Yao zuschreiben).

Anaximander stellt die Erde dann freischwebend hin in die Mitte der Weltkugel, da, wie Aristoteles (De coelo, II, 13) ihn sprechen läßt: „kein Grund vorhanden sei, warum ein Körper, der sich in der Mitte einer hohlen Kugel befindet, nach irgendeiner Seite hin fallen solle". Den Umschwung dieser Himmelskugel bringt Anaximander den Griechen durch eine künstliche Sphäre, durch einen Himmelsglobus, zur Anschauung und lehrt schon (der erste Grieche, bei dem dies nachweisbar ist): „daß ein jedes Gestirn, also Sonne, Mond und Planeten, von ähnlichen Sphären, in denen es befestigt sei, herumgetragen werde". (Plut. plac., II, 16.) Wie viel indeß ihm und Thales außer von Sonne und Mond, die schon der letztere als erdartige Körper erkannt hatte, von den übrigen Planeten bekannt gewesen ist, läßt sich aus den widerspruchsvollen Nachrichten der Berichterstatter nicht mit Sicherheit erkennen.

Dem Schüler beider, dem in ägyptischer und chaldäischer Priesterweisheit erfahrenen Pythagoras, sind sämmtliche, dem bloßen Auge sichtbare Planeten nicht nur bekannt, sondern bei ihm auch schon jener oben angedeutete wohlgeordnete Weltbau vorhanden, dem er ebendeswegen „ἐκ τῆς ἐν αὐτῷ τάξεως", den Namen „Kosmos" gab (Plut. plac., II, 1).

Es ist eine neue Welt, die sich mit diesem „Kosmos" vor der Menschheit aufgethan, und Gruppe hat vollkommen recht, wenn er nachdrucksvoll hervorhebt, „hier ist ein großer Wendepunkt, eine völlig neue Weltanschauung". Wenn er aber dann hinzufügt, die Kluft zwischen Anaximander und Pythagoras sei größer als die zwischen Pythagoras und Kopernicus, so fassen wir die entscheidenden Momente für den Wechsel der Weltanschauung anders auf. Nicht zwischen Pythagoras und Anaximander, sondern zwischen Thales und der Vorzeit liegt jener erste folgenschwere Wendepunkt, mit welchem die durch das kosmische Wissen der alten Völker in den Geistern der griechischen Philosophen zur Entfaltung kommende neue (tellurische) Weltanschauung sich loszuringen beginnt aus der „geographischen", der alten homerisch-hesiodischen. Weit entfernt aber, schon damals jene alten Volksvorstellungen verdrängen zu können (die spätere Entwickelung der aus dem Kampfe beider Weltanschauungen hervorgegangenen griechischen Philosophie zeigt, wie sogar die Denker zum Theil selbst noch unter dem Einfluß der frühern Vorstellungen stehen), weit entfernt

seit der Saturnsbahn die das kugelförmige Weltall umschließende Fixsternsphäre —: da sehen wir auch diese Philosophen sofort bestrebt, Größe und Entfernungen der Himmelskörper und die Abstände der Sphären zu erforschen. Schon Anaximander soll (nach Eudemus, denn auf ihn führen die spätern Berichte als ältesten Gewährsmann zurück) Untersuchungen hierüber angestellt haben. Noch aber fehlten alle Hülfsmittel der Beobachtung.[86] Nur die Speculation konnte

also, schon in der Blütezeit Griechenlands Volksvorstellung zu werden, gewinnen sie erst durch Aristoteles jene festen Umrisse, in welchen sie die Grundlage des Ptolemäischen Systems geworden sind, um dann mit diesem durch Christenthum und Mohammedanismus Gemeingut zu werden des Orients und Occidents; bis wiederum mit Kopernicus jener andere große Wendepunkt der Weltanschauung eintritt, und nun, wie einst Thales, Anaximander und Pythagoras den Grund zur tellurischen, so jetzt Kopernicus, Galilei und Kepler den ersten Grund zur kosmischen Weltanschauung legen, infolge dessen der nun schon drei Jahrhunderte dauernde Kampf beider Weltanschauungen ähnliche Erscheinungen hervorruft, wie zweitausend Jahre früher jener andere, aus welchem die griechische Philosophie hervorging.

Was damals die griechischen Denker für die abendländische Welt, das ist heute die europäische Wissenschaft für die ganze Menschheit: die Vorkämpferin in dem Aufstreben zu neuen Stufen der Welterkenntniß.

Die Thaleszeit und das Zeitalter des Kopernicus (und nicht erst die des Pythagoras oder Kepler), das sind die beiden großen Wendepunkte im Entwickelungsgange der menschlichen Erkenntniß, mit welchen

.... das Alte fällt,
Und neues Leben blüht aus den Ruinen.

[86] Da erst mit Thales die Astronomie der Griechen beginnt, hiermit zugleich aber völlig neue Vorstellungen vom Weltbau gewonnen werden, so waren damals außer den schon den alten Völkern bekannten und mit dem astronomischen Wissen derselben zu den Griechen gelangten Hülfsmitteln der Beobachtung noch keine andern vorhanden. Zunächst kam es ja auch noch darauf an, vor allem die Umrisse der neuen Vorstellung vom Weltbau zu gewinnen, und hierzu reichten jene Hülfsmittel vorläufig noch aus. Es waren außer den Anfängen der Mathematik, welche von den Aegyptern zu den Griechen übergingen (Herod., II, 109),

errathen wollen, was zu messen noch nicht möglich war. Die Harmonie der Töne sollte die Harmonie des Weltalls

---

der Polos und der Gnomon, die sie bei den Babyloniern kennen lernten (ἔμαθον, nicht ἔλαβον, „gelernt", nicht „entlehnt", sagt Herodot mit richtiger Würdigung der eigenen Thätigkeit des griechischen Geistes bei dieser Aufnahme fremder Kenntnisse). Was dieser Polos aber bedeute, ist seit Scaliger bis Ideler und bis auf die neueste Zeit herab Gegenstand des Streites geblieben. Nach unserer (im Abschnitt IV näher begründeten) Ansicht war es, der ursprünglichen Bedeutung des Worts (von πολεω, sich umdrehen) gemäß: die sich um den Himmelspol drehende Himmelskugel mit den Kreisen ihrer Eintheilung, ist also wahrscheinlich mit dem identisch, was (Diog. Laërt., II, 2) als eine „Erfindung" des Anaximander bezeichnet, mit jener künstlichen Himmelssphäre, durch welche dieser zuerst die Umdrehung des Fixsternhimmels und die Lage der Sonnenbahn den Griechen zur Anschauung brachte. Das eben war die neue Lehre, welche die Griechen bei den alten Völkern kennen lernten, und der Polos war das Hülfsmittel ihrer Versinnlichung, vielleicht dann auch der Embryo, aus dem sich später in der alexandrinischen Zeit mit den Armillarsphären Instrumente der Beobachtung entwickelt haben.

Der Gnomon, Schattenweiser, d. i. eine senkrechte Säule, deren Schatten zur Bestimmung der Sonnenhöhe benutzt wurde, ist jenes uralte astronomische Instrument, mit dessen Hülfe der Kaiser Tschu-Kong in China schon ein halbes Jahrtausend vor Thales und Anaximander die Schiefe der Ekliptik durch Bestimmung des Sonnenstandes im Sommer- und Wintersolstitium und den Abstand des letztern vom Stern ε des Wassermanns festgestellt haben soll. Bei den Aegyptern und Chaldäern war derselbe zu ähnlichen Messungen in nicht minder altem Gebrauch und von ihnen die Kenntniß desselben zu den Griechen übergegangen.

Schon bei Thales finden wir die Bekanntschaft mit den Kreisen der Himmelskugel (Plut. plac., II, 2); aber erst Anaximander scheint zur selbständigen Bestimmung derselben vom Gnomon praktische Anwendungen gemacht zu haben, da er als der erste bezeichnet wird, der zur Messung der Sonnenhöhen Gnomone errichtete, um durch deren Schatten die Sonnenwenden, Tag- und Nachtgleichen u. s. w. zu bestimmen, und der auch die Gnomone schon zur Zeiteintheilung, zur Bestimmung der Tagesstunden, angewandt und namentlich einen

enträthseln. Nach dieser Analogie, nach den musikalischen Intervallen, nach den ganzen und halben Tönen der Ton-

---

solchen, der zugleich als Sonnenuhr diente, in Sparta aufgestellt haben soll (Plin., II, 6; Diog. Laërt., II, 1).

Wie indeß oben beim Polos, wird auch das andere, was die Griechen nach Herodot von den Babyloniern gelernt haben (nämlich den Gebrauch des Gnomon und die Eintheilung des Tages in die zwölf Stunden), von den Spätern, denen der große culturhistorische Zusammenhang nicht so klar war wie dem Vater der Geschichte, als eine „Erfindung" des Anaximander bezeichnet. (An einer andern Stelle des Plinius wird erst Anaximenes als Erfinder der Gnomonik genannt.) Bei Pythagoras machte jedoch die Gnomonik schon einen Haupttheil der Wissenschaft aus, um so mehr, als sie damals das hauptsächlichste astronomische Hülfsmittel und wegen der Zeitbestimmung bei Tage auch von großer praktischer Wichtigkeit war. Denn Uhren waren noch nicht vorhanden; und wenn auch die Chaldäer schon früh Wasseruhren gekannt haben (nach Sextus Empiricus sollen sie mit Hülfe derselben die Ekliptik in die zwölf Theile getheilt haben) und Spuren dieser Kenntniß demnächst auch bei den Griechen vorkommen, so sind die eigentlichen künstlichen Wasseruhren doch erst eine Erfindung der ptolemäischen Zeit (Vitruv. de archit., IX, 9).

Andere Werkzeuge der Beobachtung, namentlich Instrumente zu feinern Winkelmessungen, waren den ältern Philosophen noch nicht bekannt, an eine wirkliche Messung der Abstände der Gestirne durch Bestimmung der Parallaxe damals also noch gar nicht zu denken.

Was hätten auch die Griechen bei dem damaligen Zustande des Gesammtwissens mit solchen Werkzeugen oder gar mit dem Fernrohr anfangen, wie hätten sie schon damals ein Verständniß für die Größen und Entfernungen der Himmelskörper gewinnen sollen, die später mit Hülfe dieser Werkzeuge gefunden wurden?

Auch hier hat sich die Entwickelung nicht sprungweise, sondern in vollkommener Regelmäßigkeit vollzogen. Eine jede Zeit hat stets nur die Organe geschaffen, welche dem Gesammtzustand des jedesmaligen Wissens entsprechend, die nächsten Fortschritte der Erkenntniß möglich machten. Das Fernrohr, schon damals erfunden, hätte die Vorstellung vom kugelförmigen Weltall zerstört, noch ehe sie feste Gestalt gewonnen hatte. Und doch war gerade diese Vorstellung ein nothwendiger Durchgangspunkt, war die nächste Stufe, auf welcher die Menschheit für weitere kosmische Erkenntnisse heranreifen sollte. Wie das Kind im Gehkorb, mußte die astronomische Wissenschaft, ja das ganze Denken und

leiter denkt sich Pythagoras auch die Abstände und Entfernungen im Himmelsraume, den Bau seines Kosmos geordnet. Den Abstand von der Erde bis zum Monde setzte er dem Intervalle eines ganzen Tones gleich; den des Mondes bis zum Mercur und den des Mercur bis zur Venus jeden einem halben Tone, offenbar weil beide Planeten schon für die Beobachtung des bloßen Auges als nahe beieinanderstehend und zusammengehörig erscheinen. Von der Venus bis zur Sonne nahm er ein Intervall von anderthalb Tönen an, wodurch die Sonne auch räumlich in die Mitte der sieben Planeten zu stehen kam; von der Sonne bis zum Mars wieder so viel wie von der Erde zum Monde, d. h. einen Ton; vom Mars bis zum Jupiter und vom Jupiter bis zum Saturn wieder je einen halben Ton; vom Saturn bis zum Fixsternhimmel endlich wieder ein Intervall von anderthalb Tönen.

Wäre diese „Harmonie der Sphären"[87] mehr als Dich-

Glauben der Menschheit, in diesem kugelförmigen Weltall mit der Erde als Weltmittelpunkt gewissermaßen erst „gehen" lernen, bevor sie vorbereitet war, die Kugelschale mit dem Fernrohr durchbrechend, hinauszustreben in die Unendlichkeit.

Die Werkzeuge der Beobachtung also, die jene Zeit zunächst gebrauchen konnte und deren sie bedurfte, waren solche, die, jener Vorstellung adäquat, genauere Winkelbestimmungen an der Himmelskugel möglich machten, und solche Werkzeuge sehen wir denn auch, durch die Ausbildung der Mathematik vorbereitet, zugleich mit der in der Alexandrinischen Zeit aufblühenden Mechanik theils neu entstehen, theils aus den oben geschilderten Anfängen immer vollkommener sich entwickeln (vgl. Note 96).

[87] Was in Kopernicus, was in Kepler gewirkt, was diese zur Erkenntniß der wahren Ordnung und der Gesetze des Planetensystems geführt hat: die vom Glauben an die Weltharmonie getragene mathematische Speculation, verbunden mit der Beobachtung, das hatte auch mehr als zweitausend Jahre früher den Pythagoras mit der Harmonie der Sphären Ordnung und Gesetz des Weltalls wenigstens erahnen lassen. War diese Idee auch nicht das Gesetz der Natur selbst: sie war

tung der Phantasie, wäre sie das Gesetz der Natur selbst, es hätte jetzt nur noch der wirklichen Messung der

das für jene Zeit Erreichbare, Faßbare, war der dem damaligen Zustande des kosmischen Wissens entsprechende erste Versuch, jenem Gesetz auf die Spur zu kommen. Gerade bei ihr tritt uns klar vor Augen, wie der ordnende Sinn der Hellenen, das Wissen der alten Völker in sich aufnehmend, dieses schöner und vollendeter gestaltet hat.

Durch die seit Thales gewonnenen astronomischen Kenntnisse hatte sich jene oben angedeutete, den Griechen neue Vorstellung vom kugelförmigen Weltall, mit der Erde im Mittelpunkt, gebildet, um welche bei Pythagoras bereits sämmtliche, dem bloßen Augen sichtbare Planeten umschwingen, getragen von jenen Sphären, die schon Anaximander nach Analogie seiner Himmelssphäre auch für die Planeten angenommen hatte.

Daß nun alle diese Sphären harmonisch geordnet sein müßten, das war der Glaube dessen, dem bereits alles „Zahl war und Harmonie". Noch aber fehlten dem Pythagoras die Mittel, diese kosmischen Entfernungen zu messen und das harmonische Gesetz der Abstände am Himmel selbst aufzufinden. Was war natürlicher als daß er that, was wir noch heute thun, daß er durch Analogieschlüsse eine Ahnung von dem zu gewinnen suchte, wohin die exacte Forschung noch nicht zu bringen vermochte, daß er die harmonische Ordnung, die er in irdischen Verhältnissen gefunden, auf den Himmel übertrug, daß er die sieben Planetensphären nach den Intervallen der siebensaitigen Kithara geordnet dachte, daß er die Harmonie der Töne in der Harmonie der Sphären wiederfand? Was lag näher als diese Analogie, wenn wir uns erinnern, zu welcher Blüte Musik und Mathematik damals bereits gelangt waren!

Schon hundert Jahre vor Pythagoras hatte Terpander von Lesbos (672 v. Chr.), der oftmalige Sieger in den pythischen Festspielen, statt der viersaitigen Kithara (Tetrachord) die siebensaitige (Heptachord) mit dem Umfange einer Octave (Diapason) eingeführt. Olympos und Thaletas (620) hatten die praktische Musik zu hoher Ausbildung gebracht und den Grund gelegt zur theoretischen. Gerade um diese Zeit waren zugleich mit dem astronomischen Wissen der alten Culturvölker auch die Anfänge der Mathematik zu den Griechen, und durch Thales, Anaximander und Pythagoras zu schneller Vervollkommnung gelangt, ja die Mathematik war bei Pythagoras bereits Grundlage des ganzen Wissenskreises geworden. Mit ihrer Hülfe hatte er die erste mathematisch bestimmte akustische Intervallenlehre aufgestellt,

Entfernung des uns nächsten Himmelskörpers, des Mondes, bedurft, und die ganze Welt war gleichsam wie im

---

hervorgegangen aus streng empirischen Untersuchungen über die Verschiedenheit der Töne und die Mittel, sie zu bestimmen.

Durch die verschiedenen Klänge der verschieden großen Hämmer einer Schmiede, auf die er zufällig aufmerksam wurde (ähnlich wie Galilei durch die schwingende Lampe im Dom zu Pisa, oder Newton durch den vom Baume fallenden Apfel), zu weitern Untersuchungen angeregt, hatte er gefunden, daß auch die Töne meßbar, daß ihr Verhältniß durch Zahlen bestimmbar sei. Die Schwingungen der einzelnen Töne selbst zu bestimmen, war freilich noch nicht möglich, wohl aber hatte er schon die den Ton hervorbringende Ursache, die schwingende Saite, gemessen und entdeckt, daß die Höhe der Töne der Kithara in demselben Verhältniß sank und stieg, als die Saiten länger oder kürzer waren, als man sie durch leichtere oder schwerere Gewichte spannte; daß, je reiner zwei Töne consonirten, desto einfacher das Zahlenverhältniß der zugehörigen Saiten war, daß also die harmonischen Intervalle auf Zahlenverhältnisse zurückgingen, daß auch die Harmonie auf Zahlen beruhe. Der Grundton stand zur Octave im Verhältniß von 1:2, zur Quinte von 2:3, zur Quarte von 3:4; je genauer also z. B. auf zwei Schwingungen des einen Tons drei Schwingungen des andern kamen, desto reiner war der Eindruck des consonirenden Intervalls, das wir Quinte nennen.

So war es denn also möglich geworden, hier in irdischen Verhältnissen der Wahrheit durch exacte Forschung, durch saubere Messung näherzukommen, in der Harmonie der Töne ein arithmetisches Naturgesetz zu entdecken. Was Wunder, daß man dieses nun dahin übertrug, wohin die Messung noch nicht reichte, daß man mit dem Gesetz der akustischen Harmonie auf einmal die ganze Welt umspannen wollte; daß man, die sieben Sphären des Kosmos nach den Intervallen der siebensaitigen Kithara geordnet denkend, die Harmonie des Weltalls glaubte enträthseln zu können!

Was auch immer den ältern Völkern von jenem Weltbau schon bekannt gewesen sein mag, der sich in den Vorstellungen der griechischen Philosophen entfaltet hat: in dieser Sphärenharmonie des Pythagoras tritt uns entgegen, daß das morgenländische Wissen bereits umgestaltet ist in griechisch-europäisches, daß es eine neue, selbständige Entwickelung begonnen hat.

Zu dem Weltbau, der sich mit Thales und Anaximander erhebt, hat Pythagoras ein Gesetz der Ordnung gefunden, wenn

Sturm erobert. So leicht indeß sollte dies dem Menschen nicht werden; nur in mühevoller Arbeit sollte er sein Wissen vom Kosmos der Beobachtung der Erscheinungen abringen, nur dürftige Bausteine sollte eine jede Zeit jenem Erkenntnißgebäude einfügen, das im Laufe der Jahrtausende, ein ewig werdendes, emporsteigt. In der That berichtet nun auch Plinius, daß Pythagoras die Entfernung des Mondes auf 126000 Stadien bestimmt habe, ohne uns jedoch mitzutheilen, wodurch ihm eine solche Messung möglich geworden war.[88] Berechnen wir hiernach den Kosmos desselben in

auch vorläufig nur ein scheinbares; ganz so wie zweitausend Jahre später für das mit Kopernicus und Galilei sich enthüllende wahre Weltsystem Kepler das Gesetz der Natur selbst findet. Ihm freilich war inzwischen eine mehrtausendjährige Entwickelung, war nicht blos ein Kopernicus, war auch ein Tycho de Brahe vorangegangen!

[88] „Wahrscheinlich", sagt Littrow (Gehler's Physikalisches Wörterbuch, VI, 3, S. 2347), „ist diese Bestimmung auf keine eigentliche Beobachtung begründet, sondern nur auf gut metaphysisch a priori gefunden worden."

Wie erklärlich die Geringschätzung auch ist, mit welcher die Fachmänner auf das astronomische Wissen der griechischen Philosophen herabzusehen pflegen, so haben die neuern Forschungen, vor allem Röth's bahnbrechende Untersuchungen, doch gezeigt, daß jene alten Denker nichts weniger als bloße Metaphysiker, daß sie vielmehr auch Beobachter und Forscher waren. Von Aristoteles wissen wir, daß er nicht blos eine Planetenbedeckung (die des Mars durch den Mond; vgl. De coelo, II, 12), sondern auch die Bedeckung eines Fixsterns durch einen Planeten (die des einen Sterns in den Zwillingen durch den Jupiter; vgl. Meteor., I, 10) selbst beobachtet, den Erscheinungen des Himmels also wol kaum minder sorgfältige Aufmerksamkeit zugewendet hat wie allem Irdischen. Aber auch schon von Pythagoras, den Jamblich schildert, wie er bei nächtlicher Weile mit Sternbeobachtungen beschäftigt ist, von ihm, vom Vater des Magister Matheseos, in dessen Schule bereits das gesammte Gebiet der den Alten bekannten exacten Wissenschaften, die theoretische Mathematik: die Arithmetik und Geometrie sowol als auch die angewandten Naturwissenschaften, die Astronomie und mathematische Musik, gelehrt und ge-

seiner ganzen Ausdehnung, so erhalten wir (die 126000 Stadien in runder Summe zu 3000 geographischen Meilen gerechnet) für die Entfernung

des Mondes	3000	Meilen
des Mercur	4500	"
der Venus	6000	"
der Sonne	10500	"
des Mars	13500	"
des Jupiter	15000	"
des Saturn	16500	"
der Fixsterne	21000	"

Der Fixsternhimmel, die vermeintliche Grenze des Weltalls, steht also in diesem Kosmos des Pythagoras der Erde noch nicht einmal halb so fern als in Wirklichkeit (wie wir

---

pflegt wurden, die recht eigentlich den Grund gelegt hat für die spätere Fachwissenschaft der Mathematik und Astronomie — von ihm, vom Stifter dieser Schule, dürfen wir wol nicht ohne weiteres mit Littrow und andern „a priori" annehmen, daß er die Mondentfernung „nur auf gut methaphysisch" gefunden habe. Lag doch selbst jener Analogie, nach welcher er die Abstände im Planetensystem geordnet dachte (der Sphärenharmonie), exacte Forschung und Messung zum Grunde! Vermögen wir daher auch nicht mehr nachzuweisen, durch welche Mittel es ihm möglich wurde, den Abstand des uns nächsten Himmelskörpers, des Mondes (für seinen Kosmos in ähnlicher Weise das Grundmaß wie heute die Entfernung der Sonne für das Planetensystem), auf 126000 Stadien zu bestimmen, so scheint uns doch nicht zweifelhaft, daß er dies nicht mit Hülfe der Metaphysik, sondern auf mathematischem Wege erreicht haben wird. Da schon früher die Aegypter und dann auch Anaximander derartige Versuche angestellt haben, müssen schon irgendwelche mathematische Methoden zur Bestimmung dieses Abstandes vorhanden gewesen sein. Die des Pythagoras, wenn auch noch weit hinter der Wirklichkeit zurückbleibend, zeigt uns wenigstens, wie schnell die Schüler ihren Lehrern, den ältern Völkern, in der Erforschung des Kosmos voraneilten. Für die damaligen Vorstellungen von der Größe oder vielmehr Kleinheit der Welt war jene Bestimmung des Pythagoras gewiß eine staunenerregende.

heute wissen) der Mond. Wie klein aber diese Welt auch noch ist, sie ist doch schon um vieles größer als in jener altägyptischen Vorstellung mit einer Mondentfernung von 40 Meilen.

Genaueres über die Entfernungen der Himmelskörper haben auch die spätern griechischen Philosophen bis herab auf Plato und Aristoteles nicht zu ergründen vermocht. Dagegen sehen wir Plato (im „Timaeus") im ahnungsvollen Glauben an die Weltharmonie nach dem suchen, was erst, von gleichem Glauben beseelt, Kepler finden sollte: nach den harmonischen Verhältnissen der Abstände im Planetensystem. Ohne die Entfernungen selbst zu bestimmen, setzt er, den Abstand des Mondes = 1 genommen, den der Sonne = 2; der Venus = 3; des Mercur = 4; des Mars = 8; des Jupiter = 9; des Saturn = 27.[89] Ueber das Verhältniß

---

[89] Die Pythagoräer, ahnend, daß die bewegten, gleichsam schwingenden, Klangwellen erregenden Planeten nach den harmonischen Verhältnissen ihrer räumlichen Intervalle eine Sphärenmusik hervorrufen müßten, meinten, wie Aristoteles (De coelo, II, 9), diese Annahmen widerlegend, berichtet: daß diese Musik dem menschlichen Ohre nur deshalb nicht vernehmbar sei, weil sie perpetuirlich wäre, und weil der Mensch, von Kindheit auf daran gewöhnt, sie überhöre. Ob indeß Pythagoras bei seiner Sphärenharmonie an eine wirkliche, durch den Umschwung der Sphären hervorgebrachte Tonerzeugung gedacht habe, scheint uns nach dem, was wir von Plato und was wir von Kepler wissen, mehr als zweifelhaft.

Auch Kepler, in welchem alle jene pythagoräischen und platonischen Speculationen von neuem auflebten, der in seiner „Harmonice Mundi" ähnlich wie Pythagoras das Planetensystem nach den Intervallen der Töne auferbaut, der sich freut, in den räumlichen Verhältnissen des Kosmos musikalische Zahlenverhältnisse wiederzufinden, der in dichterischer Begeisterung Venus zusammen mit der Erde in der Sonnenferne Dur, in der Sonnennähe Moll spielen, der den höchsten Ton des Jupiter und den der Venus im Mollaccord zusammentreffen läßt, eben dieser Kepler erklärt doch mit Bestimmtheit: „Jam soni in coelo

der Entfernung des Fixsternhimmels bestimmt er nichts. Das Planetensystem erscheint hiermit schon mehr gesondert von diesem, aber für sich allein bereits wiederum viel ausgedehnter als der ganze Kosmos des Pythagoras. Berechnen wir nämlich seine Dimensionen nach den platonischen Verhältnißzahlen auch nur unter Zugrundelegung der von Pythagoras angenommenen Mondentfernung, so ergibt sich als Entfernung

des Mondes	3000	Meilen
der Sonne [90]	6000	„
der Venus	9000	„
des Mercur	12000	„
des Mars	24000	„
des Jupiter	27000	„
des Saturn	71000	„

nulli existunt, nec tam turbulentus est motus, ut ex attritu aurae coelestis eliciatur stridor." (Harmonice Mundi, V, 4.)

Ebenso Plato. Denn wenn auch dieser in dem schönen Bilde der Welt am Ende der Republik eine singende Sirene auf jedem Sternkreise mit umschwingen läßt, deren acht Töne harmonisch zusammenklingen: wir wissen, daß auch bei ihm dies nur Darstellung der Poesie war, daß er in seinen andern Schriften mit Bewußtsein auf der Seite der reinern mathematischen Ansicht vom Weltbau steht, welche allmählich aus der akustischen hervorgegangen war.

Auch die obige Reihenfolge der Planetenabstände trägt einen rein arithmetischen Charakter. Es sind die Zahlen 1, 2, 3 und die zweiten und dritten Potenzen der 2 und 3, nämlich:

$$2^2 = 4.$$
$$2^3 = 8.$$
$$3^2 = 9.$$
$$3^3 = 27.$$

[90] Ueber die Reihenfolge der Planeten herrschte bei den Griechen bis dahin, wo sie dieselbe durch eigene Beobachtungen genauer festzustellen vermochten, d. h. bis zur Alexandrinischen Zeit, große Unsicherheit, namentlich schwankte man in der Stellung der Sonne, die man gewöhnlich unmittelbar auf den Mond folgen ließ, während sie in der Sphärenharmonie des Pythagoras in der Mitte der sieben Planeten steht. Röth bemerkt hierüber: In den Nachrichten aus der ältesten

Bis hierher entbehren nun alle diese Versuche noch der sichern Begründung, sind nichts als ein Rathen und Ahnen,

---

pythagoräischen Schule findet sich eine doppelte Reihenfolge der Planeten; nämlich entweder: Mond, Sonne, Mercur und Venus, Mars, Jupiter und Saturn, oder: Mond, Mercur und Venus, und dann Sonne; dann Mars, Jupiter und Saturn. Nach der erstern nimmt die Sonne die siebente Stelle unter den sämmtlichen Himmelskörpern ein, wenn man vom Fixsternhimmel zu zählen anfängt: 1) Fixsternhimmel, 2) Saturn, 3) Jupiter, 4) Mars, 5) Venus, 6) Mercur, 7) Sonne, und diese Reihenfolge liegt der telaugischen Zahlensymbolik zu Grunde, welche die Siebenzahl als die eine große Reihe von Erscheinungen regelnde Zeitperiode besonders hervorhebt und demgemäß auch bei der Sonne, als der Quelle aller Zeiteintheilung, die siebente Stelle unter den Himmelskörpern am passendsten findet. Dies also ist die von den Pythagoräern angenommene Reihenfolge und kommt demgemäß auch bei den spätern Pythagoräern vor: bei Timäus und bei Plato (Tim., S. 38, d; Republ., X, 616, e). Die erstere dagegen, nach welcher Mercur und Venus unmittelbar nach dem Monde vor der Sonne eingereiht werden, sodaß die Sonne gerade die Mitte unter den sieben Planeten einnimmt, liegt der bekannten Pythagoräischen Hypothese von den Abständen der Planeten nach den Intervallen der Tonleiter zu Grunde, sodaß die Sonne die Stelle der *μέση* in der Tonleiter einnimmt (Plin. hist. nat., II, 22; Censorin. de Die nat., Kap. 13; Nicomach. harm. man., S. 33; Achill. Tat. prolegom. ad Arat., Kap. 17). Diese Reihenfolge ist also offenbar die der engern pythagoräischen Schule, der Pythagoriker; sie ist die vom spätern Alterthum allgemein angenommene. (Gem. in Isagog., Kap. 1; Cic. de nat. Deor., II, 20; Somn. Scip., Kap. 4.) Vgl. auch Note 98 am Schluß.

Zeller legt sich den Gang dieser Entwickelung in anderer Weise zurecht. Er meint, die platonische Reihe sei die ältere, und die andere, mit der Sonne in der Mitte, die jüngere; denn die entgegenstehenden Angaben des Plinius u. s. w. kämen, als spätern Ursprungs, nicht in Betracht.

Wäre richtig, was Zeller voraussetzt: „daß die Wissenschaft des Pythagoras aus dem Bildungszustande des griechischen Volks für sich allein vollständig zu erklären sei", so würde diese Annahme allerdings dem Gange der Entwickelung zu entsprechen scheinen. Hat indeß jener oben angedeutete Culturzusammenhang mit dem Orient stattgefunden, und war die Reihenfolge der Planeten, wie wir sie bei Pythagoras finden, die „ratio Chaldaeorum", wie sie Macrobius nennt,

zeigen aber doch wenigstens, daß, je älter die Menschheit wird, um so größer und weiter wird die Welt, d. h. um so mehr wird erkannt, wie sehr die frühern Vorstellungen hinter der Wirklichkeit zurückgeblieben waren. Um aber diese zu erkennen, um über die Größe und Entfernung der Himmelskörper richtigere Vorstellungen zu gewinnen, mußte man vor allen Dingen über Gestalt und Größe des Himmelskörpers im Klaren sein, auf dem man sich befand, über die Gestalt und Größe unserer Erde. Diese richtig erkannt zu haben, ist das große Verdienst der griechischen Philosophen. Wenn man denselben vorwirft, wie es vom einseitig fachwissenschaftlichen Standpunkte nur zu oft geschehen, daß sie über die kosmischen Entfernungen u. s. w.

---

hatten also jene alten Beobachter des Himmels die Planeten bereits nach ihren Umlaufszeiten geordnet, so erscheint die Angabe des Plinius um so glaubwürdiger, als auch gerade jene Reihenfolge mit der Harmonie der Töne am meisten im Einklang steht. Wenn wir dann später bei den Pythagoräern die andere Reihenfolge finden, in welcher die Planeten auf Sonne und Mond folgen, was dem Augenschein mehr entspricht und der gewöhnlichen Vorstellung der Griechen, die erst spät mit den Planeten bekannt wurden, auch wol gemäßer war, so ist dies eine ähnliche Erscheinung wie bei den spätern ionischen Philosophen das Wiederaufgeben der schon von Thales gelehrten Kugelgestalt der Erde (vgl. die folgende Note). Volksvorstellungen und Speculationen verdrängen zunächst die durch den Culturzusammenhang aus dem Orient herübergekommenen richtigern Erkenntnisse, bis die Griechen soweit gelangen, sie durch eigene Beobachtungen wiederzufinden, wodurch dann der Schein entsteht, als seien die Vorstellungen der Zwischenperiode der Anfang.

Könnte nach der klaren, überzeugenden Darstellung Röth's noch ein Zweifel bestehen, daß die Planetenfolge, an welche Pythagoras zuerst die Idee der Sphärenharmonie geknüpft hat, wirklich die ältere sei, so wird derselbe durch Almag., XI, Kap. 1, wo Ptolemäus diese Reihenfolge bestimmt als die älteste bezeichnet und die Motive tadelt, nach denen die „Neuern" Venus und Mercur jenseit der Sonne gesetzt haben, wol als vollständig beseitigt angesehen werden können.

allerlei gegrübelt hätten, ohne durch Messung und Beobachtung ihren Grübeleien eine feste Grundlage zu geben, so verkennt man den Gang der Gesammtentwickelung im großen und ganzen, so würdigt man die Stellung und Aufgabe nicht richtig, welche jenen Philosophen in dieser geworden war. Durch die richtige Erkenntniß von der Gestalt, Größe und Stellung unserer Erde im Weltall war die ganze Fortentwickelung des kosmischen Wissens bedingt; und zu dieser Erkenntniß haben die griechischen Philosophen den Grund gelegt. Sie sind es gewesen, in deren Vorstellungen sich die Erde zur Kugel gerundet[91]

[91] Die Begründung der Kugelgestalt der Erde ist mit Recht als einer der wichtigsten Schritte der Astronomie betrachtet worden, da sie die erste von jenen Ueberzeugungen enthält, die, mit dem offenbaren Sinnenscheine in Widerspruch stehend, durch die Wissenschaft über alle Zweifel erhoben worden sind. Es war die erste kosmische Erkenntniß, zu der sich die Menschheit emporarbeitete, als sie die Vorstellung gewann, daß die Erde eine frei im Weltraum schwebende Kugel sei („in reiner Himmelsluft", wie Plato sagt); es war die erste Ahnung, daß sie ein „Himmelskörper" ist.

Wie schwer aber ist es nicht der Menschheit geworden, auch nur diesen ersten Schritt zu thun und, den Sinnentrug überwindend, einzusehen, daß die Begriffe von oben und unten nur relativ, daß das Meer, anscheinend so eben, doch convex, daß die Erde selbst ohne alle Unterstützung und, wie schon Pythagoras annahm, „rund herum bewohnt" ist, daß es unter uns Antipoden gibt. Jahrtausende mußten daher auch vergehen, bevor diese durch Vorurtheile und Glaubensvorstellungen immer von neuem wieder bekämpften Erkenntnisse endlich durchdringen konnten (vgl. Einleitung, S. 38).

Schon die aufmerksamen Beobachter des Himmels, die ägyptischen Priester und die Chaldäer, hatten infolge der Beobachtungen des Himmels, die bei der Enge des irdischen Gesichtskreises allein hierzu führen konnten, ohne Zweifel die Vorstellung von der Kugelgestalt der Erde bereits gewonnen; doch erst durch die griechischen Philosophen, zu denen sie mit dem übrigen astronomischen Wissen der alten Völker überging, sollte auch sie der Menschheit wahrhaft erobert werden.

Dem entsprechend finden wir diese Vorstellung bei den ältesten Phi-

hat; die den Muth gehabt haben, sie frei schwebend zu denken inmitten der Welt, im Gegensatz zu jenen, im Volke

---

losophen, bei Thales und Anaximander, den Stiftern der ionischen, und bei Pythagoras, dem Stifter der italischen Schule, bereits vor (Plin., VII, 56; Plut. plac., III, 10; Diog. Laërt., II, 1; VIII, 26).

Diese Nachrichten erscheinen, andern abweichenden gegenüber, um so glaublicher, als gerade die ältesten Philosophen die ersten Vermittler des morgenländischen Wissens gewesen sind. Natürlich aber, daß diese Vorstellungen nicht sofort platzgreifen, nicht sofort die alte Homerische Erdscheibe verdrängen konnten; natürlich, daß bei dem nun eintretenden Kampf zweier Weltanschauungen damals in Betreff der Kugelgestalt der Erde geschah, was wir seit den Tagen des Copernicus in Betreff ihrer Bewegung sich wiederholen sehen: daß die alten Vorstellungen sich immer und immer wieder geltend machen, ja daß sie, den Denkern selbst unbewußt, deren Denken beherrschen. Was wunder also, daß wir in den Ideengebäuden der folgenden Philosophen auch in dieser Beziehung, wie in so vielen andern, die „πάτριος δόξα", wie Aristoteles jene alten Vorstellungen nennt, noch vielfach durchblicken sehen, daß die Erde bei Anaximenes und den andern ionischen Philosophen wieder zur Scheibe wird, während bei den Pythagoräern, die, wie Aristoteles sagt (Metaph., A, 5), „um der Zehnzahl willen und ihren Speculationen zu Liebe, eine Gegenerde annahmen", die beiden Halbkugelschalen des Pythagoras durch das Centralfeuer getrennt, wieder auseinandertreten, bis endlich gerade die aus dieser Schule hervorgehenden Mathematiker, vor allen Eudoxus von Knidus, neben Hipparch der größte Astronom der Griechen und der eigentliche Begründer der Astronomie als Wissenschaft, durch Beobachtung und mathematische Schlußfolgerung die Vorstellung von der Kugelgestalt der Erde von neuem gewinnen, Plato (Freund und Schüler des Eudoxus) über dieselbe schon nicht mehr zweifelhaft ist, und Aristoteles endlich nicht blos aus philosophischen, sondern auch aus physikalischen Gründen die Nothwendigkeit dieser Annahme beweist; denn, sagt er, jedes ihrer Theilchen habe eine Schwere nach der Mitte, alles falle dahin unter gleichen Winkeln und nicht in parallelen Richtungen, und die Sinneswahrnehmung, nämlich der Schatten der Erde bei Mondfinsternissen, der sich immer gewölbt zeige, sowie das Erscheinen und Verschwinden der Sterne über und unter dem Ho-

fortlebenden homerisch-hesiodischen Anschauungen, denen Rechnung tragend die Erde noch bei Pindar

Auf Säulen ruht mit diamantnem Fußgestell —

während Aeschylus noch vom Atlas dichtet, daß er

. . . in den Abendlanden fern,
Des Himmels und der Erden Säule, steht und stützt
Mit seinen Schultern, eine schwergewalt'ge Last.

Solchen Vorstellungen gegenüber die unbekannte, nie gesehene Erdhälfte ahnen, sie mit der bekannten zur Erdkugel vereinen und diese frei schwebend hinzustellen in den Raum, war für die damalige Zeit vielleicht ein nicht minder großer Schritt wie für die heutige die Errechnung ungesehener Planeten und Fixsterne; es war der nothwendige, die ganze folgende Entwickelung der Vorstellungen vom Weltbau bedingende Anfang.

So richtig nun aber auch die Philosophen die Gestalt der Erde erkannt hatten, die Größe derselben blieb auch ihnen ein Geheimniß. Durch ihre vermeintlich „voreiligen" Bestrebungen, Größe und Entfernung der Himmelskörper zu finden, haben sie aber nichtsdestoweniger an ihrem Theil dazu beigetragen, daß zunächst möglich wurde: eine Messung der Erde. Denn jene kosmischen Bestrebungen der Philosophen waren es, welche die Waffen geschmiedet haben,

---

rizont, je nachdem man nach Norden oder nach Süden gehe, dies alles lasse über die Kugelgestalt der Erde keinen Zweifel.

Von nun an blieb diese Vorstellung der Wissenschaft unverloren, wenn sie auch noch weit entfernt war, schon Volksvorstellung zu werden. Als Theil des Aristotelischen Weltbaues wurde sie mit diesem die Grundlage, auf der sich die Astronomie der Alexandriner erhob; die einzige Vorstellung in jenem Weltbau, welche, nicht mehr lediglich auf Schein beruhend, der Wirklichkeit wenigstens nahe kam; denn die spätere Zeit sollte erkennen, daß auch die Annahme der Kugelgestalt nur eine Annäherung zur Wahrheit, daß die Form der Erde in Wirklichkeit eine andere ist! (Vgl. Anhang.)

mit denen diese Eroberung gelingen sollte, sie haben die Mathematik geboren.[92] Ist auch die abgewendete Erd-

---

[92] Geboren freilich war die Mathematik schon da, wo, wie Plato sagt, die ersten Pfleger der Sternkunde erstanden, in Syrien und Aegypten, und wo, wie Aristoteles hinzusetzt, die den Priestern gestattete Muße schon früh auf Beobachtung des Himmels hingelenkt hatte (Arist. Met., I, 1; Cic. de div., I, 1; Diod. Sic., II, 29). Wenn nun auch Herodot wol mit Recht annimmt, daß die Anfänge der Geometrie durch das irdische Bedürfniß (durch die nach jeder Nilüberschwemmung nothwendig werdende Vermessung der Felder) zuerst in Aegypten hervorgerufen seien und hiervon die Wissenschaft ihren Namen erhalten habe (Her., II, 108), so hat doch Plato nicht minder recht, wenn er zürnt, daß man eine Wissenschaft, die so nahe mit der des Himmels verwandt ist, Erdmeßkunst genannt habe. Denn erst durch die kosmischen Bestrebungen ist sie wahrhaft zur Wissenschaft geworden. Wie überall, haben auch hier Himmel und Erde zusammengewirkt, aber gerade die kosmischen Speculationen der griechischen Philosophen sind es gewesen, die ihr jene Vollendung gegeben haben, in der sie uns schon mit dem Beginn der alexandrinischen Zeit in den Elementen des Euklid entgegentritt. „Aus dem Streben, eine Messung der Himmelswölbung und ihrer Kreise von den Punkten der Erdoberfläche aus zu ersinnen, entwickelte sich die ganze Geometrie von der ältesten Zeit bis auf die Gegenwart, von den einfachen Sätzen der im Kreise eingeschriebenen geradlinigen Figuren bis zur ebenen und sphärischen Trigonometrie, solange man den Himmel als geschlossenes Kugelgewölbe betrachtete; und ebenso entwickelte sich die moderne höhere Mathematik und Rechnung aus der Speculation über die höhern Curven, als diese bei dem Wechsel der Weltanschauung an die Stelle der bisher für kreisförmig gehaltenen Himmelsbewegungen traten." In gleicher Weise wird sie sich weiter entwickeln durch Lösung der Aufgaben, welche ihr die neuerkannten Bewegungen in der Fixsternwelt die Bewegungen der Doppel- und mehrfachen Sterne und Sternsysteme bereits gestellt haben. (Vgl. Note 57.)

Daß in solcher Weise auch schon in jener großen Epoche der griechischen Philosophie die Mathematik durch eben diese Philosophen jener Vollendung entgegengeführt wurde, in der sie in den Elementen des Euklid, „dieser Grundlage aller Mathematik, diesem unübertroffenen Muster wissenschaftlicher Strenge allen folgenden Zeiten", als ein vollendetes wissenschaftliches System bereits dasteht, das hat (Röth fol-

hälfte noch verschleiert, mit Hülfe der Mathematik gelingt es jetzt wirklich, den Umfang der Erdkugel zu berechnen. Aristoteles (De coelo, II, 14) berichtet, daß die Mathematiker (vielleicht Eudoxus und Kallippus) den Erdumfang auf 400000 Stadien bestimmt haben. Es ist dies der erste Versuch, der uns in der Geschichte der Menschheit entgegentritt, die Größe unserer Erde durch Messung festzustellen.[93] Bald

---

gend) neuerdings Cantor in den mathematischen „Beiträgen zum Culturleben der Völker" im einzelnen näher dargethan.

Wie der Weltbau des Aristoteles, so sind auch diese Elemente des Euklid das Product einer langen Entwickelungsreihe, deren Anfänge weit über Thales hinaus in die alten Culturvölker zurückreichen.

Während nun hier in den drei Jahrhunderten zwischen Thales und den Alexandrinern griechischer Geist durch die Vervollkommnung der Mathematik die Waffen schafft, Himmel und Erde zu erobern, setzen die alten Völker ihre langjährigen Himmelsbeobachtungen fort und liefern Material und Beispiel für jene große Zeit der Völkermischung seit den Tagen Alexander's, in welcher aus der Verbindung der durch griechischen Genius neu geborenen Mathematik mit den Beobachtungen jener die Astronomie der großen Alexandriner hervorgeht. So wird erklärlich, daß sofort im Beginn der „göttlichen Schule" von Alexandria neben dem großen Mathematiker Euklid, dem Beispiele der alten Völker folgend, nun auch die Beobachter Timocharis und Aristyllus stehen, daß beide Richtungen, jetzt vereint, in dieser Verbindung die sichere Grundlage der astronomischen Wissenschaft werden.

Jetzt endlich war alles vorbereitet zu dem großen kosmischen Eroberungszuge, und jetzt begann er, begann er mit dem, womit er beginnen mußte, mit Messung des Himmelskörpers, dem wir angehören, mit Messung der Erde. (Vgl. folgende Note und Anhang.)

[93] „Furor est", ruft Plinius in pathetischer Redewendung aus, „profecto furor, mensuram mundi animo quosdam agitasse, quasi mensuram illius rei possit agere, qui sui nesciat ....", als ob man schon die Ausdehnung der Welt ermessen dürfe, während man noch nicht einmal eine Kenntniß hatte von der Größe der Erde!

Indeß, wenn auch die griechischen Philosophen schon hinausgeschritten waren über unsere Erde, wenn sie auch bereits Größe und Entfernung

folgten die genauern des Eratosthenes und Posidonius, durch welche dieselbe nahezu richtig bestimmt wurde. Jetzt erst bekam man eine Ahnung von der Kleinheit dessen, was man einst für das Größte, für den Hauptbestandtheil der Welt, für die Grundlage des Himmels gehalten hatte; Vorstellungen, die noch so fest waren, daß Aristoteles am Schlusse der angeführten Stelle hervorhebt, wie nach dieser Messung „die

---

der Himmelskörper hatten errathen wollen, noch ehe sie Genaueres wußten über Gestalt und Umfang dessen, worauf wir uns befinden: gerade dieses Hinausstreben in den Kosmos, diese „vorgreifenden" Bestrebungen der Philosophen sind es gewesen, die, ähnlich jenem oben geschilderten Suchen nach der Parallaxe, alles das haben hervorbringen helfen, was nöthig war, um eine nähere Kenntniß von dem uns Nächsten, von der Größe, unserer Erde möglich zu machen. Wie das dreihundertjährige Suchen nach der Parallaxe den Grund gelegt hat für die Astronomie der Gegenwart, so haben auch die dreihundertjährigen kosmischen Bestrebungen von Thales bis Aristoteles den Grund zu allem gelegt, was in Alexandria zur Erscheinung kommt, sie haben die Astronomie zu jener Stufe gehoben, auf welcher sie zur selbständigen Wissenschaft werden konnte. (Vgl. Note 79.)

Durch die griechischen Philosophen wurden die Vorstellungen vom Weltbau geschaffen, welche die Grundlage der alexandrinischen Astronomie bildeten (Note 85); durch sie die Erde zur Kugel gerundet (Note 91); durch sie die Mathematik (Note 92) jener Vollendung entgegengeführt, in der sie das geeignete Mittel wurde, um mit Plinius zu reden, „mensuram mundi agitare", was nun beginnt mit Messung der Erde.

Während wir nun oben im Text an uns vorübergehen lassen, wie die Menschheit allmählich weiter und weiter vorgedrungen ist in den Kosmos, wie sie die Entfernungen des Himmels eine nach der andern durch Messung bestimmt hat, wäre es gewiß am rechten Orte, hier unten in der Anmerkung zu verfolgen, wie sie das Grundmaß für alle jene kosmischen Entfernungen, wie sie die Größe der Erde gefunden und mit fortschreitender Genauigkeit festgestellt hat.

Indeß, wie sehr wir diese Skizze auch zusammenzudrängen versucht haben, sie überschreitet den Raum einer Note doch immer noch so weit, daß die Fortsetzung derselben, um den Text nicht allzu sehr zu unterbrechen, in den Anhang verwiesen worden ist (vgl. daher diesen).

Erde, gegenüber der Größe der Gestirne, nur klein erscheine". [94]

Mit dieser Erkenntniß ist die Menschheit reif geworden, über die Erde hinaus vorzudringen in den Kosmos. Sie ist die Grundlage, das unterste Glied in der langen Reihe kosmischer Eroberungen, die nun anheben und im regelmäßigen Fortschritt zur Kenntniß der Entfernung des Mondes, der Sonne und endlich der Fixsterne führen. Erst nachdem man eine annähernd richtige Vorstellung von der Größe der Erde gewonnen hatte, war ein Verständniß der kosmischen Dimensionen überhaupt möglich geworden. Nunmehr gelingt denn auch der erste Schritt, die erste Messung einer kosmischen Entfernung.

Die großen Astronomen Alexandrias waren die Führer auf diesem Eroberungszuge, voran Aristarch von Samos, zugleich „der erste, der wahrhaft kosmische Ansichten hatte".

Natürlich, daß der Anfang nur mit dem Himmelskörper gemacht werden konnte, der uns am nächsten steht. Daß dies der Mond sei, war schon längst bekannt. Schon Thales wußte, daß er die Ursache der Sonnenfinsterniß ist (Plut. plac., II, 24), und auch die Planeten hatte man

---

[94] In Uebereinstimmung hiermit erinnert Aristoteles (Meteor., I, 3) mit Berufung auf die Mathematik, daß es einfältig sei, bei den Gestirnen aus ihrer scheinbaren auf wirkliche Kleinheit zu schließen; und ebendort: „die Astronomie habe gezeigt, daß die Erde kleiner sei als einige der Gestirne" (τῶν ἄστρων ἐνίων ἐλάττων). Er drückt sich hier also genauer aus als oben (De coelo, II, 14), indem er offenbar daran denkt, wie die Mathematiker schon gefunden hatten, daß der Mond nur etwa halb so groß als die Erde sei (Cleom. Met., II, 1), daß er also nicht ohne weiteres alle übrigen Gestirne für größer als diese erklären dürfe. Wahrscheinlich hat er zunächst die obern Planeten im Auge gehabt, mit denen ja auch für ihn überhaupt eine höhere Region beginnt.

ihn bereits bedecken sehen[95]; ja man hatte schon eine Ahnung davon, daß er der Erde unverhältnißmäßig näher als alle übrigen Himmelskörper steht, so nahe, daß er, wie Empedokles sagt, in seinem Umlaufe auf ihr „gleichsam ein Wagengeleise beschreibt".

Ihn also durfte man hoffen zuerst zu erreichen; und in der That bestimmte Aristarch (der erste, der dies auf geometrischem Wege versuchte) seine Entfernung schon annähernd richtig auf 50 Erdhalbmesser. Die ihm folgenden großen Astronomen, Hipparch und Ptolemäus, haben dieselbe alsdann wirklich nahezu richtig gefunden; jener 59 Erdhalbmesser als mittlere Entfernung des Mondes, dieser 64 (das Richtige wäre 60,3).[96]

---

[95] Denn daß der Mond näher stehe als die Wandelsterne, das, sagt Aristoteles (De coelo, II, 12), „ist uns ja bei einigen bereits durch den Anblick klar geworden; wir haben nämlich gesehen, wie der Mond einmal halbkreisförmig war und unter dem Mars vorüberging, wobei letzterer an der dunkeln Hälfte des Mondes verschwand, an der beleuchteten und hellen aber wieder hervorkam; in gleicher Weise aber berichten solches auch bei den übrigen Gestirnen diejenigen, welche schon längst seit der größten Menge von Jahren Beobachtungen angestellt haben, nämlich die Aegypter und Babylonier, von welchen wir viele beglaubigte Notizen betreffs eines jeden einzelnen der Gestirne besitzen".

Beiläufig bemerkt, eine jener Stellen, welche zeigt, woher die Griechen ihre astronomischen Kenntnisse hatten, und die zugleich bestätigt, was Simplicius berichtet, daß Kallisthenes, der Begleiter Alexander's, Sternbeobachtungen aus einer sehr langen Periode von Jahren (Porphyrius sagt: bis auf 1903 Jahre vor Alexander's Einzug in Babylon) von dort nach Griechenland gesendet habe; und die uns endlich daran erinnert, daß die seit Alexander's Tagen eintretende genauere Bekanntschaft mit dem astronomischen Wissen der alten Völker sicher nicht wenig zu dem Aufblühen der Astronomie unter den Ptolomäern beigetragen hat.

[96] Als Folge aller dieser Bestrebungen und vielleicht auch der durch Alexander's Eroberungszug möglich gewordenen genauern und allgemeinern Bekanntschaft mit den Methoden und Instrumenten der alten

So war der erste Schritt gelungen, die Entfernung unsers Trabanten war bestimmt.

Himmelsbeobachter des Orients sehen wir in der Ptolemäischen Zeit nun eintreten, worauf oben (Note 86) hingedeutet ist: die Vervollkommnung der vorhandenen und die Erfindung neuer Werkzeuge der Beobachtung.

Von der künstlichen Himmelskugel (dem πόλος) des Anaximander, durch welche dieser den Griechen die damals neue Lehre von der sich um den Pol drehenden Himmelssphäre mit den Kreisen der Eintheilung und die Lage der Sonnenbahn zuerst an einem Modell zur Anschauung brachte, haben sich jene Kreise der Eintheilung gewissermaßen losgelöst und zu Beobachtungswerkzeugen verschiedener Art gestaltet; so zunächst zu Armillarsphären (von armilla, Armband), d. h. zu Verbindungen mehrerer armbandartiger Kreise oder Ringe, durch welche der Aequator, die Ekliptik und der Meridian dargestellt und die, in 360 Grade getheilt, nun gebraucht wurden, die Winkel an der Himmelskugel zu bestimmen. Der äußerste dieser Ringe war der Meridiankreis. Er wurde bei Beobachtungen so gestellt, daß er gerade in der Ebene des Meridian stand. In diesem war ein anderer Ring befestigt, welcher in der Ebene des Aequators lag, in 360 Grade getheilt und mit Dioptern zum Anvisiren versehen war. Senkrecht durch den Mittelpunkt der Ebene dieses Aequatorialringes ging eine Welle, die Axe, deren Endpunkte auf Nord- und Südpol wiesen. Um diese Axe drehte sich ein anderer größter Kreis, der Declinationskreis, der gleichfalls in 360 Grade getheilt und mit Dioptern versehen war. Wurde derselbe nun so gedreht, daß man durch seine Diopter ein zu beobachtendes Gestirn bemerkte, so gab er auf dem Aequatorialkreise den Stundenwinkel an, während die Diopter auf ihm selbst die Declination des Gestirns anzeigten. Hatte man zuvor die Diopter des Aequators auf den Frühlings- und Herbstnachtgleichenpunkt gestellt, so konnte man auf diese Weise zugleich die Rectascension des zu beobachtenden Gestirns finden. Man sieht, diese Kreise entsprachen genau den Kreisen der Himmelskugel, mit denen Anaximander die Griechen bekannt gemacht hatte (vgl. Note 86).

Mit solchen, in verschiedener Construction vorhandenen Armillarsphären wurden die Beobachtungen der Alexandrinischen Zeit angestellt, und jener berühmte große Kreis von Kupfer, der auf des Eratosthenes Veranlassung im Hauptportal des Museums von Alexandrien aufgestellt

Schon Aristarch wagte den zweiten: die Messung der Sonnenentfernung. Daß diese zu groß sei, um sie durch

---

war, mochte vielleicht eine solche Armille einfachster Art gewesen sein.

In ähnlicher Weise, wie aus den Kreisen der Himmelskugel sich die Armillarsphären entwickelt haben, gestalten sich nun auch, im Anschluß an die Vorstellung vom kugelförmigen Himmel, die Gnomone zu den Skaphen um. Nach Vitruv (IX, 9) soll Aristarch, der erste, der kosmische Entfernungen wirklich maß und wol gerade durch diese Bestrebungen hierzu angeregt, auf den Gedanken gekommen sein, den Schattenweiser nicht, wie bisher, auf einer Fläche, sondern in einer Halbkugelschale so aufzustellen, daß die Sonnenhöhe an der Gradeintheilung derselben unmittelbar abgelesen werden konnte. Mit solchen Skaphen bestimmte dann bald darauf Eratosthenes die Sonnenhöhe bei jener berühmten ersten Gradmessung zwischen Alexandrien und Syene, sodaß schon damals, ähnlich wie seit Picard's Zeit, der Messung der Erde zugute kam, was zur Messung des Himmels ersonnen war. (Vgl. den Anhang.)

Neben diesen, aus den vorhandenen Anfängen sich herausbildenden Werkzeugen der Beobachtung sehen wir in der Alexandrinischen Zeit zwei neue entstehen: das Astrolabium oder den astronomischen Ring und das Triquetrum.

Als Erfinder des erstern wird Hipparch genannt, der Schöpfer der sphärischen Trigonometrie. Es bestand aus einem in 360 Grade getheilten Ring, um dessen Mitte sich ein Absehelineal (Alhidade) bewegte. Bei Beobachtungen wurde dieser Ring so aufgehängt, daß sein Durchmesser horizontal lag. Drehte man nun die Alhidade so, daß man durch die Absehen derselben das Gestirn erblickte, so gab der Winkel, den sie mit dem Durchmesser bildete, die Höhe an. Die Seefahrer bedienten sich dieses einfachen Instruments bis in das vorige Jahrhundert, wo es durch den viel genauern Sextanten verdrängt wurde.

Das Triquetrum, ein aus drei Linealen zusammengesetztes und danach benanntes Instrument, wird als eine Erfindung des Ptolemäus bezeichnet, auf welche er bei dem Suchen nach der Mondparallaxe gerieth. Es war eine senkrechte Säule, an deren oberm und unterm Theil zwei in Gewinden bewegliche, sich kreuzende, daher mit jener Säule ein Dreieck bildende Lineale befestigt waren. Das obere trug die Absehen. War es auf ein Gestirn gerichtet, so gab die Eintheilung des untern, zur Messung bestimmten Lineals die Sehne des Zenithwinkels

Winkelbestimmungen von verschiedenen Punkten der Erde aus zu finden, war ihm bald klar; doch einmal hinausgetreten in den Kosmos, nimmt er kühn die Entfernung des Mondes

---

an. Man erkennt an diesem höchst einfachen Instrumente, welches nach Ptolemäus anderthalb Jahrtausende in Gebrauch geblieben ist und namentlich von Kopernicus noch angewendet wurde, das Princip der verschiedenen Vorrichtungen zur Bestimmung der Zenithabstände, wodurch man zuletzt auf unsere Höhenkreise gekommen ist. Wie überaus verfeinert und zusammengesetzt die Instrumente der Gegenwart daher auch sind, sie wurzeln in jenen. Daß jedoch mit diesen noch so einfachen Beobachtungswerkzeugen, selbst wenn sie mit aller Kunst und Sorgfalt der neuern Mechanik construirt gewesen wären, sich noch keine allzu große Genauigkeit erreichen ließ, ist von selbst klar (vgl. Note 36). Schon die Araber haben dieselben vielfach vervollkommnet, namentlich an Stelle der Armillarsphären bald die Quadranten und dann die Mauerquadranten gesetzt; aber, sagt Littrow, wie viel Fleiß und Mühe sie auch auf ihre oft sehr großen und kostbaren Instrumente verwendet hatten, sie konnten doch Fehler von fünf und oft selbst von zehn Minuten in ihren Beobachtungen nicht vermeiden, und sie mußten mit diesen Fehlern zufrieden sein, da sie, mit unbewaffneten Augen, am Himmel eben nicht mehr oder nicht genauer sehen konnten als an ihren Instrumenten. Was würde es ihnen auch genützt haben, an den letztern selbst die einzelnen Secunden noch mit Genauigkeit zu lesen, während sie am Himmel Winkel von mehrern Minuten nicht mehr unterscheiden konnten!

An Fernröhre aber war auch jetzt noch nicht zu denken, wie viel auch hierüber vermuthet worden ist. (Vgl. Wilde, Geschichte der Optik, I, 140.) Die embryonischen Anfänge derselben, die Kenntniß der vergrößernden Kraft convexer Krystallinsen war allerdings schon vorhanden; die Zusammenstellung des Fernrohrs selbst aber sollte erst gelingen, als durch Kopernicus und Kepler die alten Vorstellungen vom Weltbau in ihrer Grundlage zerstört, durch Tycho die Idee des festen Fixsternhimmels erschüttert und nun die Menschheit reif geworden war für jenes höhere Pensum der kosmischen Erkenntnisse, welches ihr durch das gestellt wurde, was eben dieses Fernrohr ihrem Blicke enthüllte. Nun erst war die Erfindung desselben im großen Gange der Gesammtentwickelung am rechten Platze, nun erst konnte sie wahrhaft fruchtbar verwerthet werden; jetzt aber war sie auch zur Nothwendigkeit geworden, und jetzt gelang sie. (Vgl. Abschnitt III, Anhang 2.)

zur Grundlage dieser Messung, tritt er gewissermaßen mit dem einen Fuß auf den Mond, mit dem andern auf die Erde, um die Entfernung der Sonne zu bestimmen. Er erkannte nämlich vollständig richtig, daß, wenn der Mond halb erleuchtet ist, alsdann der Winkel, den zwei Linien von der Sonne und der Erde nach seinem Mittelpunkte bilden, ein rechter sei. In diesem durch Sonne, Mond und Erde gebildeten rechtwinkeligen Dreieck ist daher nur noch der Winkel an der Erde zu bestimmen, um das Verhältniß der Seiten, also, wenn die eine (die Mondentfernung) bekannt ist, auch die Entfernung der Sonne finden zu können. Wie theoretisch richtig diese Methode nun auch war (noch Kepler empfahl sie dringend dem Galilei), so schwer ausführbar ist sie doch, da sich der Moment, wo der Mond halb erleuchtet ist, nicht genau feststellen läßt. Mit den damaligen Hülfsmitteln war dies um so weniger möglich. Das Ergebniß dieser Messung des Aristarch blieb daher weit hinter der Wirklichkeit zurück. Er fand die Entfernung der Sonne nur 18—20 mal größer als die des Mondes, während sie doch 20 mal 20, d. h. 400 mal so groß ist. Besseres haben nun auch Hipparch und Ptolemäus nicht gefunden, so sinnreich auch die Methoden waren, durch welche sie dieser Entfernung Herr zu werden suchten.[97] Die Zeit, wo dieser zweite

[97] Hipparch hatte den scharfsinnigen Vorschlag gemacht, die Sonnenentfernung mit Hülfe der Mondfinsternisse zu ermitteln. Bei diesen tritt bekanntlich unser Trabant in den Schattenkegel der Erde. Kennt man nun die Größe und die Entfernung des Mondes und der Sonne, so kann man leicht den Durchmesser jenes Schattenkegels für die Stelle berechnen, wo der Mond hindurchgeht. Ebenso also wird es auch umgekehrt möglich sein, aus der Größe des Durchmessers dieses Schattenkegels, der sich aus dem bei einer Mondfinsterniß beobachteten kreisförmigen Schnitt desselben und aus der Dauer der Mondfinsterniß berechnen läßt, die Entfernung der Sonne abzuleiten. Da man aber nur einen kleinen Theil dieses Schattens sieht und der Rand desselben

Schritt gelingen konnte, war noch nicht gekommen. Wäre er auch geglückt, man hätte ihn noch gar nicht verwerthen können, da man weder das richtige Verhältniß der Abstände der Planeten noch die wahre Anordnung des Planetensystems selbst kannte. Die Ahnung des Aristarch, daß die Sonne Herrscherin in diesem sei, daß die Erde sich um dieselbe bewege, die Fixsterne aber selbst Sonnen und in unermeßlichem Abstande von uns seien, dies alles war noch völlig unverstanden geblieben. Der Pythagoräische Weltbau mit der Erde in der Mitte des kugelförmigen Weltalls war die Grundlage aller Vorstellungen und aller astronomischen Systeme, insbesondere auch des Ptolemäischen geworden; ja selbst die Pythagoräischen Schätzungen der Abstände im Planetensystem wurden jener Messung der Sonnenentfernung noch vorgezogen. Plinius z. B. fügt da, wo er berichtet, daß die Astronomen lehren, die Sonne sei 19 mal weiter vom Monde als dieser von der Erde entfernt, ausdrücklich hinzu: „aber Pythagoras hat berechnet, daß der Abstand vom Monde bis zur Sonne das Doppelte betrage und von dieser bis zum Thierkreise das Dreifache, welcher Meinung auch Gallus Sulpicius[98] zugestimmt hat“ (Hist. nat., II, 21).

außerdem noch verwaschen und uneben erscheint, so ist eine zuverlässige Bestimmung der Entfernung auf diesem Wege nicht ausführbar. Kein Wunder daher, daß Ptolomäus, zumal mit den damaligen Hülfsmitteln, bei Anwendung dieser Methode ein Resultat erreichte, das weit hinter der Wahrheit zurückblieb, nämlich 2′ 50″ für die Sonnenparallaxe, also 20 mal größer als sie in Wirklichkeit ist, so theoretisch richtig auch die Methode an und für sich war. Auch später noch ist sie von Albategnius, Regiomontanus und Kopernicus dringend empfohlen worden.

[98] Gallus Sulpicius ist der Thales der Römer. Er bezeichnet die Epoche, in welcher die große westwärts rollende Culturwelle, die zur Thaleszeit die Gestade Joniens erreichte, bis zur Tiber vorgedrungen war. Wie einst Thales das Staunen und die Bewunderung der Hellenen

Was man nun auch sonst noch im Alterthum und im Mittelalter über die kosmischen Entfernungen zu errathen versuchte, man konnte der Erkenntniß der Wirklichkeit

---

erregte, als er, mit ägyptischer Weisheit vertraut, der erste Grieche, eine Sonnenfinsterniß vorher verkündete, jene berühmte Finsterniß vom 28. Mai 585 v. Chr., welche der Schlacht am Halys ein Ende machte; so mehr als 400 Jahre später Gallus Sulpicius bei den Römern, als er, ausgerüstet mit dem astronomischen Wissen Alexandrias, jene Mondfinsterniß verkündete, welche dem Tage der Schlacht von Pydna vorangging und hierdurch sicher nicht wenig zu dem Erfolg desselben beitrug. Er befand sich damals als Kriegstribun bei dem Heere, welches Paulus Aemilius gegen Perseus von Macedonien führte. Die macedonische Phalanx, vor welcher das Perserreich in Trümmer gesunken war, und die Legionen Roms standen einander gegenüber. Da berief Sulpicius Gallus (so schildert Livius, XLIV, 37) mit des Consuls Erlaubniß eine Versammlung des Heeres und sprach zu ihm: „Niemand möge es für ein Schreckzeichen ansehen, daß in der nächsten Nacht der Mond von der zweiten Nachtstunde an bis zur vierten verfinstert sein werde. Weil dies nach der Naturordnung zu festgesetzten Zeiten erfolge, so könne man es vorherwissen und vorhersagen. So wie sie sich also nicht darüber wundern, daß der Mond, weil Sonne und Mond ihren bestimmten Aufgang und Untergang hätten, bald in voller Scheibe, bald mit abnehmenden schmalen Hörnern leuchte, so müßten sie auch dies nicht als ein Unglückszeichen deuten, daß er, wenn ihn der Erdschatten bedecke, verdunkelt werde." Als nun in der Nacht, auf welche der 4. September (168 v. Chr.) folgte, die Mondfinsterniß in der angegebenen Stunde eintrat, da hielten die römischen Soldaten die Weisheit des Gallus beinahe für göttlich; die Macedonier hingegen erschütterte sie als ein trauriges Vorzeichen, welches den Untergang des Reichs und des Volks Verderben bedeute. Und so sprachen auch ihre Wahrsager. Geschrei und Geheul ertönte im macedonischen Lager, bis der Mond wieder in seinem Lichte hervortrat.

Glauben wir nicht bei dieser Schilderung des Livius jene Rothhäute vor uns zu haben, die bei der Mondfinsterniß (am 29. Febr. 1504), welche ihnen Columbus zum Zeichen, daß die Götter zürnten, vorausverkündet hatte (Peschel, Zeitalter der Entdeckung, S. 386), in ähnliches Geschrei und Geheul ausbrachen wie die Macedonier; um nicht gar an die Angst zu erinnern, von welcher auch die Thiere bei Sonnenfinsternissen befallen werden? Doch haben wir angesichts der Kometen-

nicht näher kommen, so lange das Ptolemäische System herrschend und die Grundlage aller Schätzungen der Abstände blieb.[99] An dieses anknüpfend, gibt z. B. der 929 v. Chr.

---

furcht der letzten Jahrhunderte besondere Ursache, auf jenen Aberglauben herabzusehen?

Erst die kosmischen Erkenntnisse heben den Menschen über jene Stufe empor, auf welcher er dem Thiere nahe steht. Je geringer jene, um so mehr steht er, wie diese, noch unter dem Einfluß und unter dem Eindruck unverstandener Naturerscheinungen; und wenn wir uns erinnern, welchen Schrecken die Sonnen- und Mondfinsternisse selbst in der spätern Zeit Griechenlands trotz Philosophie und Astronomie noch einzuflößen vermochten, wie z. B. die Mondfinsterniß (vom 27. Aug. 413 v. Chr.), welche den Nikias zu seinem und des atheniensischen Heeres Verderben in Sicilien zurückhielt (Thucyd., VII, 50), oder jene Sonnenfinsterniß, wegen der die Thebaner den Pelopidas allein in den Tod gehen ließen (Plut. Pelop., 31), oder jene andere (vom 15. Aug. 310 v. Chr.), welche das Heer des Agathokles bei dem Uebergange nach Afrika fast entmuthigte —: wir können kaum zweifeln, daß die Alexandrinische Wissenschaft, indem sie die römischen Legionen durch Gallus Sulpicius von ähnlicher Furcht befreite, ihren Antheil an dem glänzenden Siege von Pydna hat, der das Schicksal Macedoniens entschied.

Dieser Sulpicius Gallus also, der, wie Plinius sagt, die Römer zuerst über den Grund der Sonnen- und Mondfinsternisse belehrt hatte, er war doch seinerseits wiederum noch bei der Meinung des Pythagoras stehen geblieben, daß die Sonne nur doppelt so weit als der Mond, und die Fixsterne dreimal so weit entfernt seien, obgleich doch Aristarch und die Mathematiker schon gefunden hatten, daß die Entfernung der Sonne mindestens 19 mal größer sei als die des Mondes. Er bestätigt hierdurch zugleich, was wir oben (Note 90) als das Wahrscheinliche angenommen haben: daß Pythagoras wirklich jene Ordnung schon gehabt hat, durch welche die Sonne in die Mitte zu stehen kam.

[99] Eine der Wahrheit auffallend nahe kommende Bestimmung berichtet Plinius (II, 23) vom Posidonius, dem berühmten Freunde Cicero's. Er soll dieselbe zu 500 Millionen Stadien, also etwa 11,250000 Meilen, bestimmt haben. Das wäre schon mehr als die Hälfte der wahren Entfernung, während alle übrigen Messungen jener Zeit nur etwa den zwanzigsten Theil der letztern ergeben hatten. Littrow meint, diese

gestorbene Ssabier, der berühmte arabische Astronom Al-Batani (Albategnius) folgende Dimensionen:

	Die kleinste	die größte
	Entfernung in Erdhalbmessern.	
Mond	33	64
Mercur	64	166
Venus	166	1070
Sonne	1070	1176
Mars	1176	8222
Jupiter	8222	12420
Saturn	12420	18094
Fixsterne 1. Gr.	19000	—

Bestimmung gründe sich nicht auf Beobachtung, sondern sei nur eine „Meinung", etwa wie die des Plinius, der die Sonne zwölfmal weiter setze als den Mond. Indeß, wenn wir uns erinnern, daß es derselbe Posidonius war, der die Größe der Erde am genauesten bestimmt hatte (vgl. Note 93 und Anhang), und der auch schon über die Höhe des Luftkreises, den er auf 9 Meilen angibt, sowie über die Entfernung des Mondes, die er zu 45000 Meilen berechnet, der Wahrheit nahekommende Ansichten gewonnen hatte, so scheint auch jene Bestimmung wol mehr als ein bloßes Meinen nach Art des Plinius gewesen zu sein, obgleich wir freilich nicht zu errathen vermögen, durch welche Mittel ihm diese Messung möglich geworden ist.

Wenn sie nun spurlos und unbenutzt vorüberging, so erklärt sich dies dadurch, daß sie mit allen damaligen Vorstellungen vom Weltbau im Widerspruch stand, für sich allein aber nicht ausreichte, jene Vorstellungen umzugestalten. Selbst als die wahre Ordnung des Sonnensystems gefunden war, sehen wir dieses erst nach und nach mit jeder genauern Messung größer werden und durch eben diese Messungen gleichzeitig die Fixsterne allmählich weiter und weiter zurückweichen, wie wenn die Menschheit durch solche schrittweise Erweiterung der kosmischen Vorstellungen erst für die Auffassung so ungeheuerer Dimensionen hätte reif werden müssen. Wie hätte man also schon zur Zeit des Posidonius eine Entfernung verstehen und verwerthen können, zu welcher man kaum zur Zeit Newton's vorgedrungen war, und die nun erst, in den letzten Jahrhunderten, mit den übrigen inzwischen gewonnenen Kenntnissen vom Kosmos im Einklang stand, die jetzt erst in den Gesammtzusammenhang des menschlichen Wissens hineinpaßte!

Auch hier also sind die von den Alexandrinern gefundenen Entfernungen des Mondes und der Sonne benutzt, um die Welt nach dem Ptolemäischen System etagenförmig aufzubauen. Was anders wäre erreicht worden, wenn es schon damals wirklich geglückt wäre, die richtige Sonnenentfernung zu finden, als höchstens eine größere Zahl für die Abstände und Breiten der Planetensphären, die man sich wie Zwiebelschalen bis zur Fixsternsphäre hinauf übereinandergelagert dachte?[100]

---

[100] Dieser Zwiebelschalenvergleich — der in der neuern Geologie zu nicht weniger irrthümlichen Vorstellungen vom Schichtengebäude der Erdrinde Anlaß gegeben hat wie in der Astronomie die übereinandergeschichteten Sphärenhimmel — stammt also aus dieser, ist gewissermaßen nur vom Himmel auf die Erde übertragen und bezeichnet in der Geologie eine ähnliche Vorstufe der richtigen Erkenntniß wie jene, auf welcher er in der Astronomie noch anwendbar erschien.

Durch die Kirchenväter, welche spielend sieben bis zehn wie Zwiebelhäute übereinandergelagerte gläserne Himmelsschichten annahmen, ging er mit der Pythagoräisch-Aristotelischen Vorstellung vom Weltbau und den krystallenen Himmelssphären in das Mittelalter über. Bei den Arabern finden wir ihn wieder. In den von Dieterici übersetzten Schriften der Lautern Brüder heißt es (Seite 27) wörtlich: „Die Erdkugel steht im Mittelpunkt der Welt, mitten in der Luft; die Luft umgibt sie von allen Seiten wie das Weiße des Eies das Dotter. Die Mondsphäre umgibt wieder die Luft von allen Seiten, wie die Eischale das Weiße umschließt; die Mercursphäre umgibt die Mondsphäre und ebenso die Venussphäre die Mercursphäre. In derselben Weise verhält es sich mit allen Sphären bis zu der das All umgebenden. Diese aufeinanderfolgenden Kugeln umschließen einander lagenweise wie die Häute einer Zwiebel."

Daß man bei einer solchen Vorstellung vom Weltbau mit Erkenntniß der wahren Entfernung nicht über den uns nächsten Himmelskörper, den Mond, hinauskommen konnte, ist uns heute erklärlich. Er allein stand in demselben an der rechten Stelle; er allein von allen bewegt sich als Trabant der Erde um diese. Nur bis zu ihm aufwärts war jenes System richtig. Dieses kleinere, aus Erde und Mond bestehende System ist aber selbst wieder nur ein einzelnes Glied im Sonnensystem. Um die Dimensionen dieses letztern finden zu können,

Diese ganze Vorstellung vom Weltbau mußte erst berichtigt, die wahre Weltordnung mußte erst gefunden sein, bevor man überhaupt weiterkommen konnte. Erst als durch Kopernicus die alte Ahnung des Aristarch zur Geltung gekommen, als die Erde ihren Herrscherthron im Planetensystem der Sonne eingeräumt hatte und nun als Trabant derselben mit ihrem treuen Begleiter, dem Monde, dem einzigen der sieben Planeten des Ptolemäischen Systems, der ihr geblieben war, jetzt selbst zwischen Venus und Mars [101] um die Sonne kreiste, als mit einem Worte die wahre Ordnung des Sonnensystems und die richtige Reihenfolge der Planeten erkannt war, da erst war die Möglichkeit gegeben, zu richtigern Vorstellungen über die Entfernungen im Planetensystem zu gelangen.

Wie vieles aber mußte nicht auch jetzt noch gefunden werden, bevor diese Möglichkeit zur Wirklichkeit werden, bevor die „Messung" der Entfernungen gelingen konnte! Noch der große Reformator der Beobachtungskunst, Tycho de Brahe, mit dem, wie Bessel sagt, die Geschichte aller astronomischen Erkenntniß, soweit sie durch genauere Beobachtung erlangt werden kann, überhaupt erst beginnt: auch er wußte noch nichts Zuverlässiges über die Entfer-

mußte es zuvor selbst gefunden sein, und um ein Verständniß für den Abstand zu gewinnen, der dieses Gesammtsystem wiederum von den Fixsternen trennt, mußte das Fernrohr nicht blos solche Messungen möglich gemacht, sondern auch eine Weltanschauung herbeigeführt haben, mit welcher die Resultate dieser Messungen nicht mehr im Widerspruch standen.

[101] Durch ein sonderbares Spiel des Zufalls ist nunmehr unsere Erde zwischen Mars und Venus, zwischen „Streit" und „Liebe" zu stehen gekommen, wie als sollten uns schon diese zufälligen Benennungen an den Kampf der Gegensätze (*νεῖκος καὶ φιλία* des Empedokles) erinnern, der das ganze Erdenleben durchdringt.

nungen der Himmelskörper. Seine Beobachtungen über die Parallaxe des Mars hatten ihn aber wenigstens erkennen lassen, daß dieser in seiner Opposition uns näher stehe als die Sonne, was nach dem Ptolemäischen System nicht möglich gewesen wäre, dagegen mit dem Kopernicanischen System in so schönem Einklang stand, daß selbst der große Gegner desselben nicht umhin konnte, diesem „mehr und mehr Glauben zu schenken“.[102]

So arbeitete Tycho durch seine Beobachtungen zwar mit an der Beseitigung des alten Ptolemäischen Systems, in Betreff der Sonnenentfernung selbst war er indeß noch zu keinem bessern Resultat gekommen als die Alten. Er nahm dieselbe immer noch auf 1146 Erdhalbmesser (die Parallaxe

---

[102] Tycho de Brahe selbst schreibt hierüber (1588 in Espistola ad D. Peucerum):

„. . . . Habitis igitur tunc pluribus accuratis observationibus, tam circa ortum, quam occasum ejusque per meridianum transitum, deprehendi, Martem majorem causari parallaxin, quam ipsum solem, ideoque etiam terris propinquiorem, cum acronychus est, fieri, astipulante una motu ipsius diurno, cum Copernianis potius numeris consentiente, eo quod paulo celerius certo dierum intervallo in antecedentia repedaret, quam Alphonsinorum concederet a Ptolemaeo deducta ratiocinatio: idque ob minorem a terris distantiam, quae motum paulo intentiorem apparere efficiebat. Id cum in Marte satis exploratum haberem, et idem etiam in Venere aliquoties a me interdiu, atque in ipso Meridiano observatum et juxta occasum collatione facta, imo etiam alia quadam peculiari ratione anno 1587 circa diem 24. Febr. quando intra unam vel alteram diem tam vespertinam quam matutinam vidi, motum apparentem cum iis, quae ratione parallaxeos fierent, conferendo, comprobassem, ita quod Ptolemaicis hypothesibus haec omnia minime congruerent: impellebar ut postmodum magis magisque Copernianae inventioni fidem attribuerem. Und doch stellte er ein anderes System auf, kehrte er in ähnlicher Weise wie einst die griechischen Philosophen, trotz der schon vorhandenen richtigen Erkenntniß, wenigstens theilweise zu den frühern Vorstellungen zurück! (Vgl. Note 91.)

auf 3′), also wie jene, etwa 20 mal zu klein an. Doch „er hatte nicht umsonst gelebt“; mit diesen seinen letzten Worten durfte er sterben. Der Schatz seiner ruhmvollen Beobachtungen war das Erz, welches Kepler's Genius in das Gold der Erkenntniß umgeschmolzen, mit dessen Hülfe dieser nunmehr der Menschheit die geheimnißvollen Gesetze des Planetensystems enträthselt hat, jene drei berühmten Gesetze, durch welche die von Kopernicus entdeckte Ordnung des Planetensystems ihre Begründung und Vollendung erhielt. Erst jetzt, erst durch Kepler's drittes Gesetz, das Kleinod der 1619 erschienenen „Harmonices mundi“, die Frucht siebzehnjähriger Forschung, war das Sonnensystem in Wahrheit zu einem harmonischen Ganzen gegliedert. Erst dieses wunderbare Gesetz, welches die Quadrate der Umlaufszeiten an die Würfel der großen Axen bindet, umschlingt diese ganze „Familie kreisender Gestirne“ mit einem gemeinsamen Bande und enthüllt uns zugleich das unverbrüchliche Naturgesetz ihrer Abstände. Jetzt erst, als dieses in der Organisation des Planetensystems begründete Verhältniß der Abstände mit Sicherheit erkannt, als es nicht mehr ein Spiel war der Phantasie, wie einst im Pythagoräischen Weltbau, jetzt erst konnte die Messung der Sonnenentfernung wahrhaft fruchtbringend werden; jetzt erst konnte man mit dieser einen Messung zugleich über die Ausdehnung, zwar nicht der ganzen Welt, wie die Alten mit ihrem kugelförmigen Weltall für möglich halten konnten, wohl aber über die Größe der „kleinen Colonie“, die sich um die Sonne angebaut hat, Gewißheit erhalten; denn nach jenem dritten Kepler'schen Gesetz ließ sich nun aus der bekannten Entfernung eines einzigen die aller Planeten berechnen. [103]

[103] Nach dem dritten Kepler'schen Gesetze verhalten sich nämlich die Quadrate der Umlaufszeiten wie die Würfel der halben großen Axen

Vom Mars, der ihm das Geheimniß seiner drei Gesetze, der ihm das Verhältniß der Abstände im Planetensystem offenbart hatte, von ihm hoffte Kepler, daß er ihm nun auch über die Abstände selbst Auskunft geben, ihm das noch immer ungelöste Räthsel der wirklichen Entfernungen lösen würde. Aber der Mars versagte die Antwort. Nur so viel erkannte Kepler aus den Tychonischen Beobachtungen, daß die Parallaxe desselben nicht einmal eine Minute betrage; und kleinere Winkel zu bestimmen, war damals noch nicht möglich. Hieraus schloß er, daß auch die Sonne keine größere Parallaxe haben könne, und setzte dieselbe auf eine Minute herab, die Sonne selbst also dreimal weiter, als sie bis auf Tycho gestanden hatte.

Die nun folgenden Beobachtungen lassen die Sonnenparallaxe mit der fortschreitenden Genauigkeit der Messungen immer kleiner, die Sonnenentfernung selbst also im-

---

der Planetenbahnen. Die Umlaufszeiten, welche schon von den Alten ziemlich richtig ermittelt waren, lassen sich jetzt aus den weit auseinanderliegenden Beobachtungen mit großer Genauigkeit bestimmen. Demnach sind uns also, vermöge des Kepler'schen Gesetzes, die Verhältnisse der halben großen Axen der Bahnen oder der mittlern Entfernungen der Planeten genau bekannt, und es ist nur noch übrig, irgendeine dieser mittlern Entfernungen, z. B. die der Erde von der Sonne, oder auch die des Mars, durch Messung zu bestimmen, um aus jenen Verhältnissen die mittlern Entfernungen aller übrigen Planeten durch Rechnung zu gewinnen. In solcher Weise werden in der That aus der einen Sonnenentfernung alle übrigen durch Rechnung bestimmt. Diese, die halbe große Axe der Erdbahn, ist das Grundmaß nicht blos für die Abstände im Planetensystem, sondern für die Entfernungen im Weltraume überhaupt, und ihre Kenntniß von um so größerer Wichtigkeit, als erst mit Hülfe der Entfernung auch die Größe der Sonne und Planeten bestimmbar wird. Die möglichst genaue Feststellung derselben war daher nothwendig, um die wahren Dimensionen und die Verhältnisse des Planetensystems überhaupt kennen zu lernen, und nun sehen wir denn auch in den nächstfolgenden Zeiten alles zusammenwirken, um endlich eine solche Bestimmung gelingen zu lassen.

mer größer erscheinen. Hevel bestimmte sie auf 40″, die Entfernung von der Erde also anderthalbmal größer als Kepler; Riccioli auf 30″, die Entfernung also doppelt so groß; Vendelin auf 15″, die Entfernung also viermal größer als Kepler, und zwar beide noch nach der Methode des Aristarch.

Inzwischen hatte nun auch schon, durch die Angriffe auf das Kopernicanische System hervorgerufen [104], jenes Suchen nach der Parallaxe der Fixsterne begonnen, das wir oben geschildert haben. Das Fernrohr war mit Meßinstrumenten verbunden, die Kunst der Beobachtung immer vollkommener geworden. Jetzt durfte man hoffen, die Parallaxe der beiden uns am nächsten kommenden Himmelskörper, des Mars und der Venus, finden zu können, um hieraus dann nach dem dritten Kepler'schen Gesetz die Sonnenparallaxe abzuleiten. [105] Und in der That gewährten auch schon die ersten,

---

[104] Dieser Kampf gegen das Kopernicanische System läßt uns wieder einmal erkennen, wie man überall für den Fortschritt der Erkenntniß wirkt, auch wenn man gegen ihn wirken will, wie man dem Gesetze der Entwickelung gehorcht und ihm dient, indem man ihm widerstrebt. Mit dem Einwande, daß die Fixsterne keine Ortsveränderung zeigen, glaubt man den Kopernicus zu widerlegen und führt ihn damit folgerichtig zu dem Gedanken, daß dieselben in nie geahnter Entfernung stehen müßten, und das Bestreben wiederum, die Richtigkeit dieses Gedankens durch Messung nachzuweisen, ruft alle jene Erkenntnisse hervor, welche der neuen kosmischen Weltanschauung, zu der Kopernicus nur den Grund gelegt, erst Halt und Begründung geben und die alten Vorstellungen, die man retten wollte, nur um so sicherer und vollständiger zerstören!

[105] Mit der Bestimmung der wahren Entfernung war man bisher noch immer nicht über unsern Trabanten hinausgekommen, nur das besondere, durch Erde und Mond gebildete System war seiner Ausdehnung nach bekannt. Die Abstände der durch das Kopernicanische System als unsere Nachbarplaneten erkannten, nach dem Monde uns nächsten Himmelskörper, der Venus und des Mars, von welchen

auf Cassini's Anregung unternommenen Versuche dieser Art genauere Resultate als alle frühern Messungen. Aus den von Picard und Römer zu Paris und gleichzeitig von Richer in Cayenne angestellten Parallaxenbeobachtungen des Mars fand Cassini 1671 für die Sonnenparallaxe 13″,4. Im Jahr 1704 fand sie Maraldi gleich 12″, und 1719 Bradley und Pound gleich 10″,5; im Jahr 1751 endlich leitete Lacaille aus einer großen Anzahl von Beobachtungen sowol des Mars als der Venus die Sonnenparallaxe zu 10″4 ab, ein Resultat, das er bis auf eine Viertelsecunde für genau hielt. Hiermit war die Sonne schon auf 20113 Erdhalbmesser, etwa 17 Millionen Meilen, von uns fortgerückt. Führte dies nun auch schon zu richtigern Vorstellungen über die Größe des Sonnensystems, genau bekannt war die Parallaxe noch immer nicht.

Da traten in den Jahren 1761 und 1769 jene beiden Venusdurchgänge [106] ein, auf welche schon hundert Jahre

---

sich die erstere in ihrer untern Conjunction unserer Erde bis auf 5¼ Millionen Meilen nähern und der andere in seiner Opposition ihr bis auf 6⅕ Millionen Meilen nahe kommen kann, mußten also nun zunächst gefunden werden, wenn anders richtig sein soll, was wir oben behauptet haben, daß trotz aller vorgreifenden Bestrebungen die Erkenntniß doch nur Schritt für Schritt vorschreitet. Und so geschah es wirklich. Hatte man auch schon die Entfernungen der Fixsterne messen wollen, dieses Streben hatte zunächst dazu gedient, die Mittel zu schaffen, den nächsten Schritt mit Erfolg zu thun, die Entfernung der Venus und des Mars durch Messung zu bestimmen und hieraus dann die Entfernung der Sonne und der Dimensionen des Planetensystems überhaupt abzuleiten, was wiederum erst durch die vorhergehende große Entdeckung Kepler's möglich geworden war.

In so wunderbarer Regelmäßigkeit greifen überall in dem vielverschlungenen Gewebe der menschlichen Geistesarbeit die Maschen ineinander, uns wiederum daran erinnernd, daß sich die geistige Entwickelung nicht minder nach festen Gesetzen vollzieht wie die materielle in allen Entwickelungsprocessen der gesammten Natur.

[106] Also doch der uns nächste Planet, die Venus, sollte es sein,

früher, als auf das geeignetste Mittel, die Parallaxe der Sonne zu bestimmen, Edmund Halley hingewiesen hatte; und

mit deren Hülfe endlich die Entfernung der Erde von der Sonne, die Grundeinheit aller Planetenentfernungen, mit annähernder Sicherheit ermittelt werden sollte.

Die verschiedensten Methoden waren angewendet worden, um dieser Entfernung Herr zu werden. Daß an eine Bestimmung dieses Abstandes durch correspondirende Höhenmessungen des Gestirns an voneinander weit entlegenen Orten nicht zu denken sei, hatte sich bald gezeigt, da jede, auch die größte irdische Entfernung, im Vergleich mit dem ungeheuern Abstande zu klein ist, um sie als Grundlinie benutzen zu können. Die demnächst versuchten mittelbaren Methoden des Aristarch und Ptolemäus, aus dem Momente, wo der Mond gerade halb erleuchtet erscheint, oder aus der Größe des Erdschattens bei Mondfinsternissen diese Entfernung zu bestimmen, hatten ein genügendes Resultat nicht ergeben. Schon näher der Wirklichkeit kam man, als man auch auf mittelbare Messung der Sonnenparallaxe verzichtete und sich beschied, die Parallaxe der beiden uns nächsten Planeten, des Mars und der Venus, zu finden, um aus dieser dann die Parallaxe der Sonne und aller übrigen Planeten nach dem Kepler'schen Gesetze abzuleiten. Immer aber waren doch noch große Unsicherheiten übriggeblieben. Jetzt endlich sollte der nach dem Monde uns nächste Himmelskörper das Mittel bieten, jenes so überaus wichtige Grundmaß, die Sonnenentfernung, möglichst genau festzustellen.

Die beiden untern Planeten, Mercur und Venus, gehen nämlich bei jedem Umlaufe zwischen der Sonne und der Erde durch, aber wegen der Neigung ihrer Bahn fast immer etwas nördlich oder südlich von der Sonnenscheibe, wo sie dann wegen des hellen Glanzes der Sonne nicht wahrgenommen werden können. Wenn sie sich indeß in der Nähe der Knoten (der Durchschnittspunkte ihrer eigenen und der Erdbahn) befinden, dann bilden sie bei ihrem Durchgange zwischen Sonne und Erde mit diesen eine gerade Linie, und wir sehen sie dann, wie den Mond bei Sonnenfinsternissen, an der Sonne vorübergehen; freilich nur als kleine schwarze Punkte, den Mercur in scheinbarer Größe von etwa 12″, die Venus aber von beinahe 1′. Wird nun bei diesem Durchgange der Ein- und Austritt der Venus, die, weil sie der Erde näher steht, hierzu besser geeignet ist, von weit entfernten Orten der Erde aus beobachtet, so muß für diese die Zeit und Dauer desselben verschieden sein. Hieraus kann man die Richtungswinkel und aus diesen die Parallaxe ableiten. Zunächst freilich gibt diese Methode nicht die

nun endlich sollte durch das Zusammenwirken der gleichzeitigen Geschlechter gelingen, was durch das

---

Sonnen= oder Venusparallaxe selbst, sondern den Unterschied beider. Da indeß das Verhältniß der Entfernungen aus dem Kepler'schen Gesetze bekannt ist, so kann man aus dieser und aus dem Unterschied beider auch die beiden Größen selbst berechnen.

Was alles mußte nun vorausgehen, damit dieser Gedanke überhaupt möglich und damit er ausführbar wurde! Seit Jahrtausenden war die Venus in solcher Weise vor der Sonnenscheibe vorübergegangen, ohne daß irgendein Sterblicher auch nur eine Ahnung davon hatte. Nicht einmal zufällig war sie bemerkt worden, obwol ein sehr scharfes Auge unter günstigen Umständen sie hätte wahrnehmen können. Da indeß die Alten auch die nicht selten größern Sonnenflecken nicht bemerkt haben (vgl. Abschnitt III, Anhang 1), wie hätten sie dieses, obenein nur höchstens zweimal in einem Jahrhundert eintretende Ereigniß mit unbewaffnetem Auge entdecken sollen!

Als man später diese Sonnenflecke bemerkte, glaubte man in der That solche, auch nach dem Ptolemäischen System mögliche Durchgänge der untern Planeten wahrzunehmen, so den vermeintlichen 8 Tage dauernden Durchgang des Mercur im Jahre 807, oder den gar 91 Tage währenden Durchgang der Venus im Jahre 840. Erst das Kopernicanische System und die Kepler'schen Gesetze machten die nähere Bestimmung dieser Durchgänge möglich, und erst das Fernrohr brachte sie wirklich in den menschlichen Gesichtskreis. Kepler zuerst wies denn auch nicht nur auf sie hin, sondern berechnete mit Hülfe seiner neuen Planetentafeln zugleich die beiden nächsten Durchgänge für die Jahre 1631 und 1761, aber wieder noch ohne alle Ahnung davon, daß gerade der letztere dazu dienen würde, an Stelle des durch sein drittes Gesetz enthüllten Verhältnisses der Abstände die wirklichen Entfernungen selbst finden zu lassen. Den Durchgang von 1639 hatte er übersehen. Es war der erste, den menschliche Augen erblicken sollten. Horrox und Crabtree, die Freunde Gascoigne's, hatten ihn vorausberechnet und beobachtet. Der große Gedanke aber, mit Hülfe desselben die Sonnenentfernung zu bestimmen, war noch immer nicht aufgetaucht. Jetzt indeß war alles für ihn vorbereitet, und nun sehen wir ihn denn auch in Halley's Kopfe geboren werden.

„Was kann es wol Schwereres geben", so schildert Halley selbst dessen Entstehung, „als die Bestimmung der Entfernung der Sonne von der Erde? Und doch ist sie eine der leichtesten, wenn man nur

ineinandergreifende Streben der im Laufe der Jahrtausende einander folgenden Generationen vorbereitet

---

einige diesem Zwecke angemessene Beobachtungen vorausschickt, wie ich sogleich näher zeigen werde.

„Vor vierzig Jahren (im Jahre 1677) war ich auf der Insel St.-Helena, um daselbst die Sterne des südlichen Himmels zu beobachten. Zufällig ereignete sich in dieser Zeit ein Durchgang des Mercur vor der Sonnenscheibe. Indem ich ihn mit einem guten Fernrohre beobachtete, bemerkte ich bald, daß sich diese Beobachtungen mit einer ganz besondern Schärfe ausführen lassen. Dabei fiel mir ein, daß sich durch diese Beobachtungen wol die Parallaxe des Mercur gut bestimmen lassen würde, die beträchtlich größer sein muß als die der Sonne, da Mercur in seiner untern Conjunction der Erde so viel näher steht. Aber ich sah auch bald, daß die Differenz der Parallaxe Mercurs und der Sonne kleiner ist als die Parallaxe der Sonne, und daß daher auf diesem Wege nicht viel Gutes zu erwarten sein wird.

„Aber bei der Sonne, fiel mir ein, ist dies Verhältniß viel günstiger, da ihre Parallaxe viel größer ist als die des Mercur, und da man sie also auch von verschiedenen Punkten der Erde an verschiedenen Stellen der Sonnenscheibe sehen muß. Sollte sich aber nicht aus eben dieser Verschiedenheit der Stellen die Sonnenparallaxe selbst, durch die sie doch verursacht werden, wieder rückwärts finden lassen?

„Diese Beobachtungen bedürfen, wie man von selbst sieht, keiner besonders kostbaren Instrumente. Ein gutes Fernrohr und eine gute Uhr, weiter braucht es nichts. Die geographische Breite des Orts darf nur ohnehin bekannt sein, da sie auf die Erscheinung keinen so wesentlichen Einfluß hat, und die geographische Länge kann man beinahe ganz entbehren, da man nichts als die Dauer der Beobachtung, d. h. als die Zeit zu kennen braucht, die zwischen dem Ein- und Austritt der Venus verfließt, ohne die absoluten Momente dieser Erscheinungen selbst zu kennen.

„Ich wünsche sehnlich", mit diesen Worten schließt Halley die Bekanntmachung seiner großen Entdeckung, „daß von diesen Durchgängen recht viele Beobachtungen an allen Orten der Erde gemacht werden mögen, um dieses interessante und wichtige Problem der Astronomie mit aller nur möglichen Genauigkeit aufzulösen. Ich empfehle daher diese Sache allen Astronomen, die jene beiden Erscheinungen sehen werden, wenn ich schon lange todt bin. Mögen sie glücklich sein und durch keine ungünstige Witterung dieses wünschenswerthen Anblicks beraubt werden! Mag es ihnen gelingen, die so lange gesuchte Entfernung der

war. Die ganze Menschheit, vertreten durch die an der Spitze der Culturentwickelung stehenden Nationen, vereinigt sich zu diesem kosmischen Eroberungszuge. Alle Culturstaaten wetteifern, beizutragen zum Gelingen, insbesondere der Beobachtungen des zweiten Venusdurchganges, da die frühern kein genügendes Resultat ergeben hatten.[107] Da alles

---

Sonne von der Erde zu bestimmen und dadurch den eigentlichen Maßstab aufzufinden, mit welchem dann die sterblichen Menschen die Räume des Sonnensystems ausmessen werden, und mögen sie sich dann auch erinnern, daß es ein Engländer war, der zuerst auf diese glückliche Idee gekommen ist!"

Dieses sein Testament; die ganze Menschheit hat es ausgeführt, wie er selbst einst die große Erbschaft antrat, die Hipparch der Nachwelt hinterlassen hatte. (Vgl. S. 56.)

[107] So einfach und leicht, wie Halley vorausgesetzt hatte, waren diese Beobachtungen denn doch nicht. Ebendeshalb und wegen mancher zufälliger Umstände hatten die des Jahres 1761 noch zu keinem sichern Resultat geführt. Eigenthümlich war das Misgeschick, durch welches die Messungen von Le Gentil vereitelt wurden. Nach Pondichery gesendet, wird er dort durch englische Schiffe am Landen verhindert und hat nun zwar die Freude, den Venusdurchgang auf offenem Meere prächtig zu sehen, kann ihn aber wegen des Schwankens des Schiffes nicht zu Winkelbestimmungen benutzen. Was würde Halley zu seinen Landsleuten gesagt haben, hätte er erlebt, wie sie hier die Erfüllung seines so sehnlichen Wunsches unmöglich machten? Le Gentil indeß ließ sich nicht abschrecken, blieb vielmehr nun acht Jahre hindurch bis zum nächsten Venusdurchgange in Ostindien, um wenigstens diesen nicht zu versäumen. Vortrefflich vorbereitet, sah er den Tag kommen, schönes Wetter begünstigte ihn; aber kurz vor dem ersehnten Ereigniß verbirgt eine kleine Wolke ihm Sonne und Venus, um bald nachdem dasselbe beendet war, wieder vorüber zu ziehen. Diesmal indeß waren nicht die Engländer, sondern seine eigene Regierung Ursache seines Misgeschicks. Er selbst hatte Manilla als den passendsten Ort der Beobachtung ausersehen, war auch bereits dorthin gereist, wurde aber nach Pondichery zurückbeordert, wo nun die Ungunst der Witterung ihm das Phänomen verbarg, das in Manilla von zwei jüngern Astronomen beim schönsten Wetter beobachtet wurde.

War nun auch hiermit der ursprüngliche Zweck seiner Expedition

darauf ankam, möglichst weit voneinander entfernte Punkte der Erde zu Beobachtungsorten zu wählen, damals aber fast nur in Mitteleuropa Sternwarten vorhanden waren, sendete Frankreich Astronomen nach Californien, San-Domingo und Ostindien; England nach Nordamerika, Madras und in die Südsee; Rußland nach Kola, Umba, Ponoi, Jakutsk, Gurief, Orenburg und Orsk; Dänemark nach Lappland und Finland. So sehen wir im tiefen Sibirien wie in Californien, an der Hudsonsbai wie auf Otaheiti, am europäischen Nordcap wie am Südcap Afrikas allerorten die Menschheit gerüstet, „viribus unitis" der Sonne das Geheimniß ihrer Entfernung abzugewinnen, nach Aufschluß suchend über die Größe des Systems, dem wir mit der Erde angehören.

Der Erfolg entsprach den Erwartungen. Nach zweitausendjährigem Mühen und Streben gelingt jetzt der zweite große Schritt, die Messung der Sonnenentfernung. Auf Grund aller jener Beobachtungen ist dieselbe mit einer Genauigkeit festgestellt worden, daß nur noch die für solche Entfernungen geringe Unsicherheit von $^1/_{230}$ übriggeblieben ist. Durch Enke's letzte sorgfältige Berechnung ist die Parallaxe auf 8",57116 und hiernach die mittlere Entfernung der Sonne auf 20,682329 geographische Meilen bestimmt worden.[108] Wir wissen also jetzt, daß sie nicht, wie man bis Tycho glaubte, 20 mal, sondern daß sie 400 mal weiter

---

verfehlt, die reiche Ausbeute an andern wissenschaftlichen Beobachtungen, die er nach zehnjähriger Abwesenheit in sein Vaterland mit zurückbrachte, entschädigte um so mehr dafür, als nur wenige Beobachter des Venusdurchganges von 1769 mit ähnlicher Ungunst der Verhältnisse zu kämpfen hatten. Die meisten dieser Messungen waren gelungen.

[108] „Bei diesem Resultat werden wir nun wol stehen bleiben müssen, bis die nächstfolgenden Venusdurchgänge, die in den Jahren 1874 am 8. Dec., 1882 am 6. Dec., 2004 am 7. Juni und 2012 am 5. Juni statthaben werden, uns diese Größe vielleicht noch etwas genauer ken-

von uns entfernt ist als der Mond. Genügte nach der frühern Vorstellung eine Perlenschnur von 573 aneinander-

---

nen lehren." Dies war die Meinung Littrow's (Gehler's Physikalisches Wörterbuch, VIII, 824) sowie der Astronomen überhaupt.

Doch wir sollten schon früher zu dieser genauern Kenntniß kommen, und zwar nun wieder mit Hülfe unsers andern Nachbarplaneten, des Mars. Verschiedene Thatsachen hatten nämlich schon längst darauf hingedeutet, daß die oben angegebene Entfernung wol nicht so genau sein könne, wie man glaubte, daß also kleine Beobachtungsfehler vorgekommen sein müssen, und daß wir wahrscheinlich, nachdem die Entfernung der Sonne mit jeder neuen Messung gewachsen war, mit dieser letzten das Ziel nur schon in ähnlicher Weise überschritten hatten, wie einst die Alten in umgekehrter Richtung bei Messung des Erdumfangs. (Vgl. Note 93 und Anhang.)

Als solche Verdachtsgründe gegen die Genauigkeit der zuletzt ermittelten Sonnenentfernung, die uns zugleich den Gesammtzusammenhang aller Erscheinungen vor Augen führen, zählt Mädler folgende auf:

„1) Man hatte die Zeit, welche der Sonnenstrahl braucht, um zur Erde zu gelangen, nach verschiedenen Methoden bestimmt und 8′ 18$^1/_5$″ mit großer Uebereinstimmung gefunden und daraus, verbunden mit der obigen Sonnenentfernung, die Geschwindigkeit des Lichts berechnet. Nun aber hatte Foucault diese Geschwindigkeit terrestrisch gemessen und sie um den dreißigsten Theil geringer gefunden, als die Astronomen sie annahmen. Daraus also war zu vermuthen, daß die Entfernung der Sonne um ebenso viel zu groß angenommen worden sei.

„2) Die Theorie des Mondlaufs und namentlich die einzelnen Wirkungen (oder nach astronomischer Terminologie die Störungen) der Sonne auf diesen Lauf waren von Hansen mit einer Schärfe berechnet, wie nie zuvor geschehen. Auch hier ergab sich aus der sogenannten parallaktischen Gleichung, daß die Rechnung nur dann in Uebereinstimmung mit den Beobachtungen des Mondortes zu bringen war, wenn man die Sonnenentfernung etwas geringer annahm.

„3) Was wir Masse der Sonne nennen, die Zahl, welche ausdrückt, um wie viel das Gewicht der Sonne das unserer Erde übertreffe, ist aus der Umlaufszeit der Erde und ihrer Entfernung berechnet. Ist die Entfernung nun kleiner, so muß auch die Masse geringer sein. Aber nicht die Sonnenmasse allein, auch die Massen der übrigen Weltkörper müssen geringer herauskommen, denn allen Entfernungen liegt der

gereihten Erdkugeln, um bis zur Sonne zu gelangen: jetzt haben wir erkannt, daß erst 12000 Erden, aufeinandergestellt, dorthin reichen würden.

Maßstab zum Grunde, um dessen Bestimmung es sich eben handelt; steht also die Sonne uns näher, so stehen auch alle Planeten uns näher und haben mithin weniger Masse, als man ihnen zuschrieb.

„Nun hatten Airy und Leverrier gefunden, daß die Beobachtungen für die gegenseitigen Wirkungen der Erde und Venus aufeinander nicht mit dem Verhältnisse in Uebereinstimmung zu bringen waren, welches man bisher für die Masse der Venus und die der Erde angenommen hatte. Die Uebereinstimmung ergab sich nur dann, wenn man die Masse der Venus verminderte, womit dann nothwendig auch eine geringere Entfernung derselben verbunden war, also eine Verkleinerung des Maßstabes, mit dem man gemessen hatte."

Blieb nun auch noch die Möglichkeit offen, daß diese Thatsachen doch vielleicht in andern Ursachen ihren Grund hatten, so ließen sie doch eine wiederholte Untersuchung der Sonnenentfernung als unumgänglich erscheinen. Der Mars, der bei seiner Opposition im Jahre 1862 der Erde so nahe kam wie selten, bot hierzu eine besonders günstige Gelegenheit. Demgemäß wurde er von Winnecke in Pulkowa, der zuerst die Anregung hierzu gegeben hatte, und zugleich auf den beiden südlichsten Sternwarten, am Cap und in St.-Jago de Chili, sorgfältig beobachtet. Noch liegen die Resultate nicht vollständig vor; aber die Vergleichungen der Capbeobachtungen mit denen in Pulkowa haben schon jetzt außer Zweifel gestellt, daß die Sonne uns etwa um den fünfundzwanzigsten Theil der bisher angenommenen Entfernung näher stehe. Aus diesen Beobachtungen hat sich nämlich übereinstimmend für die Parallaxe der Sonne 8",965 ergeben, was einer mittlern Entfernung von 19,778000 geographischen Meilen entspricht. Hiernach also würde sich die nach der Enke'schen Berechnung allgemein angenommene Zahl um 800000 Meilen und hiermit die Entfernung aller Planeten sowie die Ausdehnung des ganzen Systems überhaupt dem entsprechend verringern.

Wenn die nächsten Venusdurchgänge, die nunmehr mit ungleich bessern Hülfsmitteln als vor hundert Jahren beobachtet werden können, insbesondere der von 1882, da der frühere von 1874 weniger günstig für diese Messungen ist, das mit Hülfe des Mars gewonnene Resultat bestätigen, dann dürfte in der That die Sonnenentfernung so genau bestimmt sein, wie wir oben schon vorausgesetzt hatten.

Nun erst gewann man eine richtige Vorstellung von der Größe [109] und Ausdehnung des Planetensystems; man wußte

[109] Schon die Alexandriner hatten den scheinbaren Durchmesser der Sonne ziemlich genau auf $\frac{1}{60}$ eines Zeichens, d. i. da jedes der zwölf Zeichen des Thierkreises 30 Grade umfaßt, auf ½ Grad oder 30 Minuten bestimmt. Die genauern Messungen der Gegenwart haben als mittlere Größe desselben 32′ 0″88 ergeben. Um nun aus diesem scheinbaren Durchmesser, d. h. aus dem Winkel, unter welchem uns der wahre erscheint, diesen und somit die wirkliche Größe der Sonne durch Rechnung finden zu können, mußte ihre Entfernung bekannt sein, da sich jene aus dem Winkel allein nicht bestimmen läßt. Denn bei verschiedener Entfernung können uns Gegenstände von der verschiedensten Größe unter demselben Winkel erscheinen, wie z. B. der mittlere scheinbare Durchmesser des Mondes nur um 54″ kleiner ist als der der Sonne. Jetzt aber, nachdem die Parallaxe der Sonne annähernd genau festgestellt war, sollten wir nicht blos zu richtigen Einblicken in die Dimensionen des Planetensystems gelangen, sollten wir nicht blos an Stelle der Kepler'schen Verhältnißzahlen die wirklichen Abstände zu setzen vermögen, sondern zugleich auch eine richtigere Vorstellung von der Größe der Sonne und der einzelnen Planeten gewinnen. Jetzt, da man wußte, daß der Halbmesser der Erde, von der Sonne aus gesehen, unter einem Winkel von 8″,57 (d. i. die Parallaxe), der Durchmesser der Erde also doppelt so groß (17″,14) erscheint, die Sonne selbst dagegen uns einen scheinbaren Durchmesser von 32′ 0″,88 darbietet, ergab eine einfache Rechnung, daß der letztere 112 mal größer ist als der unserer Erde, daß er also 192608 geographische Meilen beträgt, eine Größe, die uns am anschaulichsten wird, wenn wir uns die etwa 50000 Meilen entfernte Mondbahn beinahe noch einmal so weit und dann den ganzen von ihr umschlossenen Raum durch eine Kugel ausgefüllt denken. Fast 1½ Millionen Erdkugeln würden aus dieser ungeheuern, das Volumen sämmtlicher Planeten um 600 mal übertreffenden Sonnenkugel gebildet werden können.

Beträgt freilich, wie neuerdings wahrscheinlich geworden, die Parallaxe der Sonne 8″,964, so würden sich zwar alle diese Größen, wie die Abstände selbst, um ein wenig ändern, gerade dadurch aber mit den übrigen Beobachtungen nur um so mehr in Einklang treten, ein Beweis, daß wir der Erkenntniß der Wirklichkeit ziemlich nahe sind.

Zu welch andern Vorstellungen sind wir hiermit gelangt, gegenüber denen der frühern Jahrtausende!

Hipparch, um nur an die Messungen der größten Beobachter der

jetzt, daß der Saturn, damals noch der äußerste Planet, in der ungeheuern Entfernung von 192 Millionen Meilen um die Sonne kreist. Wurde diese Grenze dann auch (1781) durch die Entdeckung des Uranus um das doppelte und

---

frühern Epochen zu erinnern, nahm den Durchmesser der Erde für $3^2/_3$ mal so groß als den des Mondes, und den Durchmesser der Sonne wiederum $5^1/_2$ mal größer an als den Erddurchmesser. In Betreff der Planeten hielt er seine Beobachtungen nicht für hinreichend, um Bestimmtes angeben zu können.

Der große Reformator der Beobachtungskunst, Tycho de Brahe, war über die Größe der Planeten zu folgenden Resultaten gekommen:

Mercur	19	mal	kleiner	als	die	Erde.
Venus	6	„	„	„	„	„
Mars	13	„	„	„	„	„
Jupiter	14	mal	größer	„	„	„
Saturn	22	„	„	„	„	„
Sonne	140	„	„	„	„	„
Mond	43	mal	kleiner	„	„	„

Dagegen haben die neuern Messungen ergeben:

Mercur	16,7	mal	kleiner	als	die	Erde.
Venus	1,05	„	„	„	„	„
Mars	7,14	„	„	„	„	„
Jupiter	1414	mal	größer	„	„	„
Saturn	735	„	„	„	„	„
Uranus	82	„	„	„	„	„
Neptun	108	„	„	„	„	„
Sonne	1,409725	„	„	„	„	„
Mond	54	mal	kleiner	„	„	„

Während die Fixsternsphäre dem Tycho nur 12,040000 Meilen entfernt schien, wissen wir heute, daß schon der nächste Fixstern, α im Centauren, durch den ungeheuern Abstand von 4,700,000,000,000 Meilen von uns getrennt ist; ein Raum, den zu durchfliegen das Licht $3^1/_2$ Jahre gebraucht; ja wagen wir bereits die Ausdehnung des von der Milchstraße umschlossenen Fixsterncomplexes auf Tausende und die Entfernung der äußersten, in den besten Fernröhren für uns nur eben noch als unscheinbare Nebelflecke aufdämmernden Fixsternwelten des Universums auf Millionen solcher „Lichtjahre" zu schätzen (vgl. Abschnitt V).

(1846) durch die des Neptun sogar bis auf 621 Millionen Meilen hinausgerückt, für solche Ausdehnung war Raum gewonnen, seitdem das Suchen nach der Parallaxe der Fixsterne inzwischen auch schon zu andern Vorstellungen über die Entfernungen dieser geführt hatte, seitdem man durch Bradley's Messungen wußte, daß uns der ungeheuere Abstand von mindestens vier Billionen Meilen von den nächsten Fixsternen trennt. Wie weit aber diese nächsten Fixsterne, unsere Nachbarsonnen, in Wirklichkeit entfernt seien, das wußte man auch jetzt noch nicht.

Das alte Vorurtheil der festen Fixsternsphäre war verschwunden, seitdem Galilei's Rohr eingedrungen war in die Tiefen der Fixsternwelt. Was schon Plato [110] ahnte und Geminus bereits aussprach: „daß nicht alle Fixsterne gleichweit von uns entfernt seien, die einen vielmehr näher, die andern ferner ständen", war seitdem zur Gewißheit und demnächst auch erkannt worden, daß von ihnen dasselbe gelte, was Empedokles nur von den Planeten glaubte, „daß sie

---

[110] Wir glauben heute wirklich zu sehen, daß sich die Sterne nicht in einer Fläche, daß sie sich weit hintereinander befinden. Daß indeß auch schon im Alterthum, trotz des Dogmas der festen Fixsternsphäre, sich solche Vorstellungen aufdrängten, zeigen die obigen Worte des Geminus und die gleiche Meinung der Stoiker (vgl. Plut. plac., II, 15). Wenn nun Plato (De republ., X, 381, ed. Tauchn.) die Fixsternsphäre „die breiteste" (πλατύτατον κύκλον) nennt, liegt nicht die Annahme nahe, daß er bei diesem πλατύτατον, das Schaubach für unerklärlich ansieht, an das gedacht habe, was Geminus ausgesprochen hat?

Dem bewaffneten Auge des Galilei war es sofort unzweifelhaft, daß, wie er in seinem dritten Dialoge sagt, „die Sterne nicht gleichweit von einem Mittelpunkt entfernt an einer Kugeloberfläche vertheilt, ihre Entfernungen vielmehr so überaus verschieden sind, daß die einen wol zwei- und dreimal ferner stehen als die andern, ja die sehr kleinen vielleicht in sehr großer Entfernung".

losgelassen seien", daß sie freischwebend im Raume ihre Bahnen wandeln. Aber noch um die Mitte des vorigen Jahrhunderts war man ohne alle Ahnung über die Ordnung, welche dieses Gewirre der Fixsternwelt beherrscht. „Die Fixsterne", sagt Kant 1755 in seiner „Naturgeschichte des Himmels", „waren noch ohne Gesetz, und man sah sie alle Himmel und aller Himmel Himmel ohne Ordnung und ohne Absicht erfüllen." Er zuerst, anknüpfend an die Ideen Wright's, und fast gleichzeitig mit ihm Lambert wagen nun diese Ordnung zu erahnen. Ein Vierteljahrhundert später geben William Herschel's ruhmvolle Sternaichungen und Helligkeitsmessungen jenen Ahnungen Form und Gestalt, indem sie uns zeigen, daß sich unser Sonnensystem innerhalb eines gewaltigen, von der Milchstraße umschlossenen Fixsterncomplexes befindet und daß fern jenseit desselben Tausende ähnlicher Weltinseln das Universum erfüllen. Ja William Herschel wagt sogar, die Dimensionen unserer linsenförmigen Sternschicht sowie die Abstände der als Nebelflecke aufdämmernden Sternenwelten durch Schätzungen zu bestimmen, wenn auch auf diese Schätzungen noch volle Anwendung finden dürfte, was Plinius in Bezug auf die Messungen des Posidonius sagte: „nicht um dadurch etwa das wirkliche Maß ergründen zu wollen, sondern nur, um dem forschenden Geiste ein ungefähres Verhältniß offenbar werden zu lassen".

Nachdem so wenigstens eine allgemeine Vorstellung vom Fixsternsystem gewonnen war, wenn auch vielleicht der Wahrheit kaum näher als einst die Vorstellungen der Alten vom Planetensystem, kam es jetzt darauf an, über die Entfernung Gewißheit zu erhalten, die unsere Sonne von den Nachbarsonnen trennt. Wie im Planetensystem, so wollte man jetzt auch mehr und mehr heimisch werden in der Fixsternwelt. Das Suchen nach der Parallaxe hatte hiermit eine

höhere Bedeutung gewonnen! Nicht mehr die Vertheidigung des Kopernicanischen Systems — für dieses war ja seit Entdeckung der Aberration bereits ein jeder Stern als Zeuge eingetreten —, die Enträthselung der Geheimnisse des Fixsternhimmels war jetzt das große Ziel auch dieser Bestrebungen; und nun endlich in unsern Tagen sollte der dritte große Schritt hinaus über die Planetenwelt gelingen, sollten selbst Fixsternentfernungen durch Messung bestimmt werden.

Welch ungeheueres Gebiet aber hat die Forschung hier betreten; vor welch unabsehbarer Aufgabe ist sie angelangt! Im Planetensystem war durch Kopernicus und Kepler Ordnung und Gesetz entdeckt; es genügte, eine einzige Entfernung zu kennen, um die räumliche Ausdehnung des ganzen Systems und alle Abstände in demselben zu bestimmen; hier aber stehen wir vor einem Gewimmel von vielleicht mehr als 20—30 Millionen Sonnen, deren Wechselbeziehungen uns bisher nur in wenigen Andeutungen offenbar geworden sind, deren systematische Gliederung und Gesammtordnung noch ein ungelöstes Räthsel ist. Hat uns auch William Herschel den „Bau des Himmels", des uns sichtbaren Theils vom Universum, in seinen Hauptumrissen enthüllt, hat Mädler selbst schon gewagt, auf Grund mühevoller Berechnung der Eigenbewegung von mehr als 3000 Fixsternen die Gesammtverfassung unsers ganzen Milchstraßensystems finden zu wollen, so ist doch niemand weniger denn er zweifelhaft darüber, „daß erst durch eine möglichst gründliche und umfassende Untersuchung der Eigenbewegungen auch der schwächern und schwächsten Sterne eine genauere Kenntniß vom Fixsternsystem möglich werden wird; daß nur in Verbindung mit ihnen Sternzählungen und Helligkeitsmessungen Bedeutung gewinnen können". . . . „Wenn nach Jahrhunderten die Hunderttausende von bestimmbaren Sternen

ihrem Ort und ihrer Bewegung nach mit Sicherheit fixirt (und, fügen wir hinzu, auch die Veränderungen in Glanz und Farbe derselben festgestellt) sein werden, dann werden wir zu andern Einblicken in den Plan und die Anordnung der Schöpfung gelangen, als jetzt möglich ist."

Somit stehen wir also mit der geglückten Messung einiger Sternabstände heute etwa in ähnlicher Weise vor dem Fixsternsystem wie einst die Alten, als ihnen die Entfernung unsers Trabanten zu messen gelungen war, vor dem Planetensystem; nur daß die jetzt vor uns liegende Aufgabe um so viel gewaltiger ist, als das Fixsternsystem selbst in allen seinen Beziehungen nach Fülle, Größe und zum größten Theil gewiß noch ungeahntem Reichthum seiner Gliederung und Gestaltung riesenhafter erscheint als unsere in demselben verschwindende Planetencolonie.

Waren nun schon mehr als zwei Jahrtausende des ineinandergreifenden Strebens und Forschens der Menschheit erforderlich, um Gesetz und Ordnung dieses winzigen Planetensystems zu finden und über dessen Größe und Ausdehnung Aufschluß zu gewinnen, wie viel Myriaden werden dahinfließen müssen, bevor es gelungen sein wird, die Geheimnisse des nächst höhern Systems zu entsiegeln; möge dieses nun nach der kühnen Hypothese Mädler's das gesammte, von den Ringen der Milchstraße umschlossene Sternenheer oder nur einen uns noch unbekannten Theil desselben umfassen. „Denn alle gegenwärtigen Beobachtungen und Untersuchungen (Mädler selbst spricht dies aus) sind nichts weiter und können nichts sein als die ersten Anfänge, die schüchternen Versuche auf einem noch unbetretenen Wege von unermeßlicher Länge, der aber mit jedem gelungenen Schritte belohnender wird und unserm forschenden Geiste fort und fort reichere, erhebendere Genüsse verspricht. Gewiß werden die kommenden Zeiten mit den ihnen zu Ge-

bote stehenden Hülfsmitteln den größten Fleiß und Eifer auf die Erforschung dieses Gegenstandes verwenden, der unsere bisherigen Bemühungen schon so überreich belohnt hat. Den Gang der Forschungen für alle Folgezeiten vorzuzeichnen, ist freilich noch nicht möglich. Neue Gesichtspunkte werden sich eröffnen, neue Fragen aufgestellt, neue Hülfsmittel und Methoden der Beobachtung in Anwendung gesetzt werden müssen, von denen jetzt noch niemand eine Ahnung haben kann; aber dies ist der Gang aller geistigen Thätigkeit des Menschen. Unsern Vorfahren war das Innere des Fixsternhimmels ein verschlossenes Buch. Wir haben es eröffnet, und das Verständniß einzelner Zeichen und Buchstaben hat soeben für uns begonnen; unsere Nachkommen werden es einst lesen."

Und doch, zu welch andern Einblicken in die uns umgebende Welt hat uns nicht heute schon das Verständniß dieser wenigen Zeichen und Buchstaben, die gewonnene Kenntniß von der Eigenbewegung und Entfernung der Fixsterne geführt, gegenüber den Vorstellungen jener Zeit, da das Auge, „das Organ der Weltanschauung", noch unbewaffnet aufblickte zum Firmament, da es gewissermaßen nur die Außenseite sah von dem ihm noch verschlossenen Buche des Sternenhimmels, da man alle jene Sonnen der Himmelsräume noch festgeheftet dachte an dem festen Gewölbe des Himmels und mit ihm umschwingend um die ruhend geträumte Erde, da selbst einem Aristoteles nur eine solche Vorstellung als „nichts Grundloses" (*οὐθὲν ἄλογον*) erschien!

Und heute?

„Denken wir uns (mit diesen Worten des Aristoteles unserer Zeit tritt uns der Gegensatz der Weltanschauung unserer Tage zu den Vorstellungen des Alterthums und Mittelalters in seiner ganzen Größe vor Augen), denken

wir uns, als ein Traumbild der Phantasie, die Schärfe unserer Sinne übernatürlich bis zur äußersten Grenze des teleskopischen Sehens erhöht und zusammengedrängt, was durch große Zeitabschnitte getrennt ist, so verschwindet urplötzlich alle Ruhe des räumlichen Seins. Wir finden die zahllosen Fixsterne sich wimmelnd nach verschiedenen Richtungen gruppenweise bewegen; Nebelflecke wie kosmische Gewölke umherziehen, sich verdichten und lösen, die Milchstraße an einzelnen Punkten aufbrechen und ihren Schleier zerreißen; Bewegung ebenso in jedem Punkte des Himmelsgewölbes walten wie auf der Oberfläche der Erde in den keimenden, blättertreibenden, blütenentfaltenden Organismen der Pflanzendecke."

So enthüllt sich vor dem Geistesauge des großen kosmischen Denkers auf Grund der Erkenntnisse der Gegenwart das Leben des Kosmos.

Und wenn er dann hinzufügt: „in dem Gesammtleben der physischen Natur, der organischen wie der siderischen, sind an Bewegung zugleich das Sein, die Erhaltung und das Werden geknüpft", dürfen wir dann noch mit dem Dichter träumen:

Daß selbst, was kreist nach ewigen Gesetzen,
Die keiner Freiheit Willkür kann verletzen,
Des Himmels ungezählte Sternenmenge,
Nichts sei als fröhlich luft'ges Glanzgedränge?

Führte uns nicht schon die lebendige Bewegung der gesammten Fixsternwelt darauf hin: der Glanz und Farbenwechsel der Gestirne, ihr Aufflammen und Erlöschen wird uns erkennen lassen, daß auch

Des Himmels ungezählte Sternenmenge
Mehr ist als fröhlich luft'ges Glanzgedränge.

Anhang.

Die Messung der Erde.

Aller Dinge Maß ist der Mensch. Dieses alte, für unser ganzes Denken geltende Wort, es trifft im wörtlichsten Sinne zu. Die Spanne der Hand, die Länge des Fußes, der Schritt u. s. w. sind die einfachsten und natürlichsten Maßeinheiten. Aber schon für größere irdische Entfernungen reichen sie nicht mehr aus, schon für diese muß eine Anzahl derselben wiederum zu größern Einheiten (Meilen u. s. w.) zusammengefaßt werden; und für himmlische Entfernungen wird unser Himmelskörper, wird die Erde selbst zum Grundmaß, wie der Mensch für die irdischen. Die Größe der Erde also mußte gefunden sein, bevor es gelingen konnte, der kosmischen Größenverhältnisse Herr zu werden.

Ob schon die Priesterschaften der alten Culturvölker an eine Messung der Erde gedacht haben, darüber fehlen alle sichern Andeutungen. Die Aegypter wol schwerlich; ihre Versuche, die Entfernung der Sonne und des Mondes zu bestimmen, wären sonst wol nicht so weit hinter der Wahrheit zurückgeblieben (vgl. Note 69). Die Chaldäer, deren Cultur Lepsius mit Recht als die vorgeschrittenere bezeichnet, sollen schon gewußt haben, daß ein rüstiger Fußgänger, der mit der Sonne gleichen Schritt hielte, in einem Jahre um die Erde kommen würde. Auf diesem Wege hätten sie allerdings schon den Umfang der Erde annähernd finden können. Nimmt man z. B. an, daß ein solcher Fußgänger in jeder Stunde $^1/_2$ Meile oder mehr, etwa $^5/_8$ Meile, zurücklegt und ununterbrochen fortgeht,

so würde er in 24 Stunden 15 Meilen, in einem Jahre also 5475 Meilen zurückgelegt haben und hiermit der Umfang der Erde ziemlich genau bestimmt sein. Indeß, wenn auch Cassini und andere derartige Berechnungen angestellt haben, von den Chaldäern dürfte es mehr als zweifelhaft sein, wenigstens für die ältere Zeit jenseit Thales.

Auch die frühesten griechischen Philosophen haben wol an Messung des Erdumfangs noch nicht denken können; Thales schon deshalb nicht, weil bei ihm noch die Erde auf dem Wasser schwimmt. Bei Anaximander freilich, der die Schiefe der Ekliptik durch Messung bestimmte und auch bereits eine Erdkarte entwarf, könnte man solche Versuche vermuthen, zumal er sowol wie auch Pythagoras die Größe der Himmelskörper mit der Größe der Erde vergleicht, also doch irgendeine bestimmte Vorstellung von der letztern gehabt haben muß; indeß findet sich nirgends eine Andeutung hiervon, und es scheint daher, daß die aus der Schule des Pythagoras hervorgegangenen „Mathematiker" die ersten gewesen sind, die eine Berechnung des Erdumfangs gewagt haben. Vielleicht begannen diese Versuche mit dem Pythagoräer Archytas von Tarent, dem berühmten Staatsmann, Feldherrn und Mathematiker, dem Horaz in der schönen Ode (I, 28) ein monumentum aere perennius gesetzt hat:

„Te maris et terrae, numeroque carentis arenae
Mensorem cohibent, Archyta" ....

Möge es auch immerhin dichterischer Redeschmuck sein, wenn Horaz den Archytas „maris et terrae mensorem" nennt: ohne allen Grund konnte er ihn nicht als solchen feiern. Gewiß also sind von ihm schon derartige Versuche bekannt gewesen. Und wenn nicht er, so wird es sein großer Schüler Eudoxus von Knidus, dem ja auch die nähere Begründung der Kugelgestalt der Erde angehört, oder vielleicht auch Kallippus gewesen sein, der Verbesserer des Meton'schen Cyklus, der mit Aristoteles in wissenschaftlichem Verkehr stand und gemeinschaftlich mit ihm die Theorien des Eudoxus weiter ausbildete. Diese also werden jene „Mathematiker" gewesen sein, von denen Aristoteles berichtet, daß sie den Erdumfang

auf etwa 400000 Stadien bestimmt hätten. Denn daß bei den Worten des Aristoteles (De coelo, II, 14) nur an griechische Mathematiker, nicht aber, wie Bailly wollte, an die Mathematiker eines antediluvianischen Urvolks zu denken sei, dessen astronomische Weisheitsschätze sich durch die vermeintliche Sündflut auf die Nachwelt vererbt hätten, darüber wird niemand zweifelhaft sein, der sich nicht durch eine gleiche vorgefaßte Meinung wie Bailly die unbefangene Auffassung des geschichtlichen Entwickelungsganges unmöglich gemacht hat. Uebrigens deuten auch die Worte „ἀναλογίζεσθαι πειρῶνται" auf Zeitgenossen oder unmittelbare Vorgänger des Aristoteles hin.

Von diesem ersten Versuche an, der, wie Aristoteles durch das „εἰς τετταράκοντα" ausdrückt, nur eine annähernde Bestimmung sein wollte, wird nunmehr die Erde bei jeder folgenden Messung immer kleiner.

Schon Aristarch (denn auf ihn dürfen wir wol die Bestimmung des Erdumfangs zurückführen, welche Archimedes im „Arenarius" als die allgemein angenommene erwähnt) hatte nur 300000 Stadien für den Erdumfang gefunden. Das Verfahren hierbei finden wir vielleicht bei Kleomedes angegeben: „Denen, die in Lysimachia wohnen", sagt er, „steht der Kopf des Drachen über dem Scheitel; in Syene aber steht der Krebs im Zenith. Der Raum zwischen dem Drachen und Krebs ist der funfzehnte Theil des Meridians von Lysimachia und Syene, wie der Gnomon zeigt. Beide Oerter sind 20000 Stadien voneinander entfernt; der ganze Kreis enthält daher 300000 Stadien." Es ist im Princip dieselbe Methode, welche noch heute angewendet wird, nur daß das Bogenstück der Erdkugel bis dahin nicht gemessen, sondern nur im allgemeinen nach Reiseberichten durch Schätzung bestimmt wurde.

Die erste wirkliche Messung, die erste Verbindung einer geodätischen und astronomischen Bestimmung tritt uns bei dem nächstfolgenden Versuch, bei jener berühmten Gradmessung des Eratosthenes von Kyrene (276—196 v. Chr.) entgegen, welche den Plinius in kaum weniger staunende Bewunderung versetzt hat wie die Vermessenheit des Hipparch, die Sterne zählen zu wollen (vgl. Note 35). Wie diese, nennt er auch sie ein ausum im-

probum, wenn auch nicht „etiam Deo"; handelte es sich doch nur um unsere Erde, nicht um den Himmel, und war das improbum ausum des Eratosthenes doch immerhin in so überzeugender Weise begründet, daß es thöricht gewesen wäre, nicht daran zu glauben (verum ita subtili argumentatione comprehensum, ut pudeat non credere). Eratosthenes hatte nämlich gefunden, daß die Sonne am längsten Tage in Syene den Grund eines tiefen Brunnens vollständig bescheint, auch am Gnomon keinen Schatten wirft, daß also Syene gerade unter dem Wendekreise liegt. In Alexandrien dagegen zeigte der Gnomon um dieselbe Zeit einen Schatten, der $\frac{1}{50}$ des größten Kreises an der Skaphe (vgl. Note 96) betrug. Lagen nun, wie Eratosthenes annahm, beide Städte unter demselben Meridian, so betrug hiernach der Meridianbogen zwischen Syene und Alexandrien $7\frac{1}{5}$ Grad. Diesem Bogen der Himmelskugel entspricht der Bogen der Erdkugel, und es kam nur darauf an, den letztern durch Messung zu bestimmen, um aus der Größe dieses Bogenstücks den Gesammtumfang der Erde durch einfache Rechnung zu finden. Nach Martianus Capella war dies durch die königlichen Wegmesser „per mensores regios" geschehen. Auf deren Angaben gestützt, nahm Eratosthenes den Abstand beider Städte zu 5000 Stadien an und fand hieraus den funfzigmal so großen Erdumfang = 250000 Stadien, also wiederum kleiner als die frühern Bestimmungen, aber immer noch um 800 Meilen zu groß. Hätte er den Umstand berücksichtigt, daß beide Städte nicht unter demselben Meridian liegen, so würde er den Erdumfang bis auf 160 Meilen genau gefunden haben. Als Länge eines einzelnen Grades ergaben sich $694\frac{4}{9}$ Stadien. Da er aber wohl wußte, daß auch seine Messung nicht vollkommen genau war, nahm er ihn zur Abrundung auf 700 Stadien an, worauf sich vermuthlich die andern Nachrichten gründen, daß er den Gesammtumfang der Erde auf 252000 Stadien bestimmt habe. Diese vom ganzen Alterthum bewunderte und (nach Strabo wenigstens) auch von Hipparch angenommene Bestimmung blieb bis zu den Zeiten der Araber in Geltung, obwol die 200 Jahre spätere Berechnung des Posidonius der Wahrheit noch näher kam.

Sie war mit Hülfe des Canopus ausgeführt. Schon Eudoxus, der denselben lange Zeit in Alexandrien beobachtet hatte, bemerkte, daß er in Knidus sich gerade nur bis zum Horizont erhebt, sodaß er hier nur von hohen Bergen sichtbar wird. Dasselbe ist in Rhodus der Fall, während sein höchster Meridianstand in Alexandrien beinahe $^1/_4$ eines Zeichens, also etwa $7^1/_2$ Grad über dem Horizont beträgt. Posidonius schloß hieraus, daß der Meridianbogen zwischen Rhodus und Alexandrien genau $^1/_{48}$ des Meridians betrage, und indem er den Abstand beider Städte auf 5000 Stadien annahm, fand er den Erdumfang = 240000 Stadien. Nach einer spätern Berechnung betrug die Entfernung zwischen jenen Städten nur 3750 Stadien, woraus sich die andere, von Strabo mitgetheilte Berechnung des Posidonius, von 180000 Stadien, ergab.

Mit dieser letztern Bestimmung des Erdumfangs, der kleinsten von allen, war man schon über das Ziel hinausgekommen, ähnlich wie bei den neuern Messungen der Sonnenentfernung (vgl. Note 108). Merkwürdigerweise liegt die Wahrheit genau in der Mitte zwischen dieser kleinsten Annahme des Posidonius und der größten des Eratosthenes. Die Durchschnittszahl von 180000 und 252000, d. i. 216000 Stadien = 5400 Meilen, stellt den heute gefundenen Umfang der Erde dar.

Ptolemäus hatte sich in seiner Geographie, wie es scheint infolge eigener Messung, der kleinern Bestimmung des Posidonius angeschlossen und demgemäß für die Länge eines Grades 500 Stadien gefunden, statt der wahren, zwischen dieser und der Bestimmung des Eratosthenes in der Mitte liegenden Größe von 600 Stadien.

Neben diesen, nach dem richtigen Princip angestellten und nur wegen der unvollkommenen Hülfsmittel ungenügenden Messungen haben die Alten noch verschiedene andere Versuche, den Umfang der Erde zu ermitteln, angestellt. Einer von diesen, obgleich auf unrichtigen Beobachtungen, Voraussetzungen und Schlüssen beruhend, hat sonderbarerweise genau das richtige Resultat ergeben. Man glaubte nämlich gefunden zu haben, daß der Gnomon während des letzten Tages nicht blos in Syene, sondern auch in einem Kreise von 300 Stadien im Durchmesser am Mittag keinen Schatten

werke. Hieraus schloß man, dieser Platz sei gleichsam ein Bild der Sonnenscheibe auf der Erde, und wie sich der Durchmesser der Sonne zum größten Kreise der Himmelskugel verhalte, in demselben Verhältniß müsse der Durchmesser dieses Platzes zum größten Kreise der Erdkugel stehen. Den scheinbaren Durchmesser der Sonne nahmen die alten Astronomen = $1/2$ Grad an, somit ergaben sich für den Erdumfang 216000 Stadien = 5400 Meilen.

So war also der Umfang der Erde bestimmt, noch ehe die andere Erdhälfte gesehen war; war bestimmt durch die großen Alexandriner. Denn wenn auch die Chaldäer, denen eine uralte Bestimmung der Größe des Grades nach Kameelschritten beigelegt wird (Kosmos, II, 435), wenigstens in der Zeit zwischen Thales und Eratosthenes wol schon ähnliche Berechnungen angestellt haben (sie sollen 262800 Stadien gefunden haben), die oben angeführten waren unzweifelhaft die selbständige That hellenischen Geistes. Konnten sie auch bei der Unvollkommenheit der damaligen Instrumente, bei der Unzuverlässigkeit der Entfernungsbestimmungen und bei der völligen Unbekanntschaft mit der erst durch Kleomedes im 1. Jahrhundert v. Chr. entdeckten Refraction (deren Geschichte vgl. im Abschnitt IV) nur entfernte Annäherungen an die Wirklichkeit sein (und für mehr hielten sie auch die Alten nicht), „es ist nicht das erlangte Resultat, welches unser Interesse erregt; es ist das Streben, sich von dem engen Raume des heimatlichen Landes zu der Kenntniß der Größe des Erdballs zu erheben".

Die Engherzigkeit späterer, insbesondere christlicher Vorstellungen hat diese richtigen Erkenntnisse zwar eine Zeit lang verdunkeln, ja selbst die Annahme der Kugelgestalt der Erde verdammen können — und was alles verdammen dieselben nicht heute noch! —, den Fortschritt der Erd- und Weltkenntniß aber haben sie damals so wenig zu hindern vermocht, wie es ihnen heute gelingen wird.

Während die Menschheit nach jener ersten Messung der Erde nun vordringt in den Kosmos, ihre Meßruthen an den Himmel selbst legt, vergißt sie doch nicht ihr anderes Ich, ihre Erde. Mit jedem neuen Aufschwung der Astronomie und der hiermit in Ver-

bindung stehenden Vervollkommnung der Beobachtungskunst und ihrer Hülfsmittel wendet sie sich zunächst immer wieder der Erforschung dessen zu, dem sie angehört: der Bestimmung der Erdgröße, deren genauere Feststellung ja auch von um so größerer Wichtigkeit ist, da erst diese Bestimmung, wie Arago sagt, „den menschlichen Geist die wahren Entfernungen der zerstreut in dem unermeßlichen Raume befindlichen Welten kennen zu lehren vermag".

Kaum haben die Araber (die „rohen Barbaren", wie sie Littrow nennt) ihren großen weltgeschichtlichen Beruf als Culturvermittler zwischen Alterthum und Neuzeit, zwischen Orient und Occident angetreten, kaum beginnt in Bagdad das astronomische Wissen der Griechen, mit dem der Inder vereint, neue Blüten zu treiben, da sehen wir auch sofort den Sohn Harun Al-Raschid's, den Khalifen Al Mamum (812—833 n. Chr.), umgeben von Gelehrten aller Nationen ohne Unterschied des Glaubens, an eine Messung der Erde gehen, an jene andere berühmte Gradmessung in der Wüste Sinjar, zwischen Palmyra und Racca. Von Norden nach Süden und von Süden nach Norden wurde gemessen, eine völlige Uebereinstimmung der Resultate aber nicht gewonnen. In der einen Richtung ergaben sich 56, in der andern $56^2/_3$ arabische Meilen als Gradlänge. Wäre die (nicht mehr mit Sicherheit zu ermittelnde) Länge einer arabischen Meile, welche Montucla annimmt, die richtige, so würden sie den Grad = 56666 Toisen, also nahezu richtig gefunden haben.

Als dann im Abendlande die Wissenschaften wieder aufleben, als durch Columbus und Magellan die Ahnungen der Alten in Erfüllung gehen, als das Rund der Erde sich nun wirklich enthüllt, da tritt uns auch sofort wieder (schon 1525) ein Versuch entgegen, dieses Rund zu messen. Der französische Arzt Fernel bestimmte die Mittagshöhe der Sonne zu Paris und Amiens, maß dann die Entfernung zwischen beiden Städten nach der Zahl der Umdrehungen seines Wagenrades und fand durch diese ungenaue Messungsart die Länge eines Grades, wol nur zufällig, fast vollkommen richtig = 57070 Toisen.

Nun aber, als mit Kopernicus, Tycho de Brahe, Kepler und

Galilei eine neue Periode der Astronomie angebrochen war, beginnen sofort auch jene noch heute fortdauernden Gradmessungen mit Hülfe der Triangulation (der Messungen der Erdentfernungen durch Dreiecksnetze), die bei stetig wachsender Vervollkommnung der geodätischen und astronomischen Bestimmungen zu immer genauerer Kenntniß nicht nur der Größe, sondern auch der Gestalt der Erde geführt haben.

Der erste, welcher diese richtige Methode der Gradmessung erfand und sachverständig zur Ausführung brachte, war der holländische Mathematiker Willebrood Snellius. Er maß zwischen Leyden und dem Dorfe Soeterwoude auf dem ebenen Boden eine Standlinie von 326 rheinischen Ruthen 4 Fuß zu wiederholten malen, sodaß er sich fest auf ihre Richtigkeit verlassen konnte. An diese Standlinie legte er dann zwei Dreiecke, wovon das eine den Gipfelpunkt im Rathhausthurme zu Leyden, das andere im Kirchthurme zu Soeterwoude hatte, und bestimmte auf trigonometrischem Wege den Abstand der beiden Gipfelpunkte; dieser bildete dann die Grundlinie zu neuen Dreiecken. So ging er weiter, bis er ganz genau zu der Entfernung zwischen Alkmaar und Bergen op Zoom kam. Dann suchte er den Unterschied der Polhöhen beider Orte auf astronomischem Wege festzustellen. Als schließliches Resultat der ersten, 1615 begonnenen Messung fand er für die Länge des Grades 55021 Toisen. Bei einer spätern, erst nach seinem Tode bekannt gewordenen Messung soll er sogar schon auf 57033 Toisen, also beinahe auf das Richtige gekommen sein. Musschenbroek wiederholte diese Messungen zu einer Zeit, als die astronomischen Beobachtungen schon darauf geführt hatten, das Fernrohr mit den Meßinstrumenten zu verbinden, und fand zuletzt 57060 Toisen für einen Meridiangrad.

Diese Gradmessung des Snellius gab zu vielen andern (zu den Messungen von Norwood, Riccioli und Grimaldi) Anregung, die indeß wegen der Unvollkommenheit der Winkel- und Entfernungsbestimmungen noch kein zuverlässiges Resultat finden ließen.

Inzwischen waren durch das Suchen nach der Parallaxe der Fixsterne die Werkzeuge und die Kunst der Beobachtung vervoll-

kommnet worden. Jetzt kam nun diese Vervollkommnung dem Suchen nach der Größe der Erde zugute und erhielt durch diese wiederum neue Anregung (vgl. S. 124). 1669 und 1670 bringt Picard das Fadenkreuz am Fernrohre an und findet mit den nun möglichen genauern Winkelbestimmungen als Gradlänge (nach der Methode des Snellius) 57060 Toisen, eine Bestimmung, die dadurch von Bedeutung geworden ist, daß auf ihr die Berechnung der Größe der Erde beruht, welche Huygens und Newton ihren Theorien zu Grunde gelegt haben. Gerade um diese Zeit nämlich (seit 1666) hatte der letztere seine Untersuchungen über das Gesetz der allgemeinen Schwere begonnen, auf welches die Bewegungen der Himmelskörper, ja die ganze Mechanik des Himmels zurückgeführt werden sollte. Während er noch hiermit beschäftigt war, ergaben die im Jahre 1672 von Richer in Cayenne angestellten Pendelversuche, daß ein Pendel am Aequator langsamer schwingt als in Paris. Sofort erklärten fast gleichzeitig Huygens und Newton, daß diese Erfahrung im vollkommenen Einklange mit ihrer Theorie für die Schwungkraft stehe, nach welcher die Erde an den Polen abgeplattet und am Aequator erhöht sein müsse, wodurch sich, infolge der dort wegen der weitern Entfernung vom Mittelpunkte der Erde geringern Schwerkraft, die langsamere Schwingung des Pendels erkläre.

Dem schienen die frühern Gradmessungen zu widersprechen. Um Gewißheit zu erlangen, wurde die Picard'sche zwischen Paris und Amiens nicht nur revidirt, sondern auch durch die beiden Cassini, durch Maraldi und de la Hire nördlich bis Dünkirchen, südlich bis Perpignan fortgesetzt. Als Resultat ergab sich, daß die Grade von Süden nach Norden abnehmen, daß hiernach also die Erde am Aequator abgeplattet und gegen die Pole hin ausgedehnter sein müßte; während im directen Gegensatze hierzu Newton und Huygens die nach ihrer Theorie an den Polen nothwendig stattfindende Abplattung bereits berechnet und $= 1/_{230}$, oder nach der Bestimmung von Huygens $= 1/_{578}$ als Größe der Abplattung gefunden hatten, vorausgesetzt nämlich, daß sich die

Erde früher in einem formsam flüssigen oder doch weichen Zustande befunden habe.

Hiermit hatten die Gradmessungen eine höhere Bedeutung gewonnen. Die Ahnungen Giordano Bruno's über die von der Kugelform abweichende Gestalt der Erde begannen sich zu erfüllen. Nicht um den Umfang allein, um die wahre Gestalt der Erde handelte es sich jetzt. Die Theorie Newton's mußte bestätigt oder durch wirkliche Messung wiederlegt werden; und es folgt nunmehr jene Reihe von Gradmessungen, welche der physischen Geographie und der Astronomie, ja der Wissenschaft überhaupt so überreichen Gewinn gebracht haben.

Wiederum war es Frankreich, das voranging und (1735) die beiden berühmten Expeditionen nach Peru und Lappland ausrüstete, jene unter Bouguer und Condamine, diese unter Maupertuis und Clairaut, denen sich der berühmte schwedische Naturforscher Celsius anschloß. Die Messungen dieser Expeditionen ergaben mit Sicherheit, daß die nördlichen Grade kleiner, die am Aequator größer sind. Es fand sich eine Differenz von 684 Toisen, die jedoch durch später wiederholte Messung des lappländischen Grades auf 477 Toisen reducirt wurde. Damit stimmte nun auch das Ergebniß einer inzwischen vorgenommenen Revision der frühern Messung Picard's und Dom. Cassini's überein. Die ganze wissenschaftliche Welt nahm dies Resultat mit Jubel auf. Jetzt war die Newton'sche Theorie durch sichere Messung begründet, war kein Zweifel mehr, daß unser Planet ein an den Polen abgeplattetes und am Aequator gürtelförmig ausgedehntes Rotationssphäroid ist; die von Newton gegebene Erklärung der Präcession (vgl. Note 37) sowie die gerade um diese Zeit durch Bradley gefundene Erklärung der Nutation (vgl. Note 72) und die Consequenzen der Newton'schen Theorie überhaupt: jetzt hatten sie festen Halt gewonnen. (Auf den Versuch Gumpach's, alle diese Theorien umzustoßen und die „Grundzüge einer neuen Weltlehre" aufzustellen, kommen wir im Abschnitt VI im Zusammenhange zurück.)

Alle spätern, durch diese Erfolge angeregten Gradmessungen haben die Abplattung der Erde an den Polen bestätigt, insbesondere die berühmte große französische seit 1792, welche auf Beschluß des Nationalconvents, demzufolge der „zehnmillionste Theil des Erdquadranten die Maßeinheit bilden und den Namen Meter führen sollte", mitten unter den Stürmen der Revolution von Borda begonnen, von Delambre und Méchain fortgeführt, von Biot und Arago vollendet wurde, und, obwol die große Strecke von $12\frac{1}{2}°$ (etwa 190 Meilen zwischen Dünkirchen und Formentera) umfassend, dennoch mit der größten Genauigkeit ausgeführt ist. Zur Kenntniß eines Naturmaßes, das, so unveränderlich wie die Größe der Erde selbst, die Maßeinheit bilden sollte für alle Völker, hat diese bewunderungswürdige Messung freilich nicht geführt, wohl aber, von der großen Vervollkommnung der Methode und der Beobachtungswerkzeuge ganz abgesehen, zu einer genauern Erkenntniß der wahren Gestalt unsers Planeten, namentlich auch dadurch, daß sie, wie alles Große, zur Nacheiferung angeregt hat. Durch England und Schottland wurde nun eine ähnliche Unternehmung hindurchgeführt, in Frankreich eine von Westen nach Osten gehende, welche die frühere senkrecht durchschneidet und durch ganz Norditalien bis zum Adriatischen Meere fortgesetzt ist, in Ostindien eine dritte, in Dänemark und Holstein eine vierte, an welche sich die hannoversche anschließt, in Rußland eine fünfte und sechste u. s. w.

Das bedeutungsvolle Resultat aller dieser Messungen war, daß die zuletzt gewonnene Erkenntniß: die Erde sei ein an den Polen abgeplattetes Sphäroid, wiederum nur im großen und ganzen richtig war, daß in Wirklichkeit aber (von den Unebenheiten der Berge und Thäler abgesehen und die Erde wie mit einem ruhigen Wasserspiegel bedeckt gedacht) auch diese ideale Form wieder mannichfache Unregelmäßigkeiten zeigt.

Hatte die durch die frühere Messung im allgemeinen bestätigte Theorie Newton's uns erkennen lassen, daß die Meridiane nicht Kreise, sondern Ellipsen seien (ähnlich wie uns Kepler die Planetenbahnen als Ellipsen enthüllt hatte), jetzt sollten wir erfahren, daß auch diese Meridianellipsen wieder (nicht min-

der wie die Planetenbahnen) **keine mathematischen Ellipsen** sind, daß sie wellenförmige (wol mit der Bildungsgeschichte der Erde im Zusammenhang stehende) Ein- und Ausbiegungen haben, **daß kein Meridian dem andern gleicht, daß die Figur der Erde überhaupt keine regelmäßige ist!**

Indessen sind diese Unregelmäßigkeiten im Vergleich zur Grundform doch so geringer Art, daß die Erde immerhin als ein elliptisches, um seine kleine Axe schwingendes Sphäroid angesehen werden kann. Aus zehn der zuverlässigsten neuern Messungen (darunter die hannoversche von Gauß und die preußische von Bessel) hat der große königsberger Astronom die Polarabplattung dieses Sphäroids auf $\frac{1}{299}$ berechnet. Die seitdem hinzugekommenen neuern Vermessungen am Cap, in Ostindien und Rußland (die letztere erstreckt sich jetzt von den Donaumündungen bis zum Eismeer) haben eine weitere genauere Berechnung möglich gemacht, durch welche Colonel James die Abplattung $= \frac{1}{294}$ gefunden hat.

Während nun so auf dem Wege **directer** Gradmessung **Gestalt** und **Größe** der Erde immer genauer bestimmt wurden, ist das Ergebniß dieser Messungen auf andern Wegen in einer Weise bestätigt worden, daß jeder Zweifel an der Richtigkeit desselben ausgeschlossen erscheint.

Schon Newton hatte infolge der Richer'schen Pendelversuche den Gedanken gefaßt, aus der verschiedenen Länge des Secundenpendels in den verschiedenen Breiten die abgeplattete Gestalt der Erde zu bestimmen. Im dritten Buche seiner Principien wies er nach, daß die Länge des Pendels vom Aequator bis zu den Polen nach demselben Verhältniß wachsen müsse wie die Schwerkraft der Erde, und daß sich die Pendellängen am Aequator und Pol gerade umgekehrt verhalten wie die entsprechenden Erddurchmesser. Der dagegen zu erhebende Einwand, daß diese Länge nicht blos von der Schwerkraft der Erde im allgemeinen abhängt, sondern auch durch die unbekannte innere Beschaffenheit der Erde bedingt ist, wurde durch den großen Mathematiker Clairaut beseitigt, welcher zeigte, daß, wie auch die Lagerung der Schichten im Innern der Erde beschaffen sein möge, die Summe der Abplattung und der Zunahme der Kraft

vom Aequator bis zu den Polen dritthalbmal so groß sein muß wie die Fliehkraft unter dem Aequator. Mit diesem Satze nun war es möglich geworden, den Gedanken Newton's zur Ausführung zu bringen, indem man durch wirkliche Beobachtungen ermittelte, welche Zunahme die Kraft von dem Aequator bis zu den Polen erfährt. Zu diesem Behufe wurde die Länge des Secundenpendels an sehr vielen Orten der Erde genau gemessen. Engländer und Franzosen sendeten lediglich zu diesem Zwecke eigene Expeditionen in die entferntesten Gegenden, so namentlich die von Oberst Sabine und Kapitän Foster geleiteten. Aus dem reichen Schatze aller dieser Beobachtungen hat sich die Abplattung nahezu übereinstimmend mit der obigen $= {}^{1}/_{289}$ ergeben.

Noch staunenswerther aber ist der andere Weg, auf welchem der Astronom, ohne auch nur seine Sternwarte zu verlassen, die Abplattung der Erde aus den Erscheinungen am Himmel bestimmt, uns daran erinnernd, daß ein Band wechselseitiger Beziehungen das ganze Weltall umschlingt. Infolge dessen gibt die Präcession und Nutation ein Mittel, jene Abplattung zu berechnen, da beide durch die Anziehung der Sonne und des Mondes auf den nicht kugelförmigen Theil der Erde hervorgebracht werden.

Umgekehrt aber macht sich dann auch die Abplattung der Erde bei der Wechselseitigkeit der Anziehungen auf den Lauf des Mondes geltend, und diese hierdurch hervorgebrachten Störungen des Mondlaufs hat der bewunderungswürdige Scharfsinn eines Laplace zur Bestimmung der Erdgestalt zu verwenden verstanden. Wäre die Erde eine vollkommene Kugel, so würden diese Störungen nicht stattfinden. Sie sind aber vorhanden und durch Beobachtung genau festgestellt. Die durch diese Störungen hervorgebrachten Abweichungen des Mondlaufs von demjenigen, welchen er nach der Rechnung haben müßte, wenn die Erde eine vollkommene Kugel wäre, lassen nun auf die Abweichung ihrer wahren Gestalt von der Kugelgestalt, d. h. auf ihre Abplattung, zurückschließen. Hierauf hat Laplace die denkwürdigen, im dritten Bande seiner „Mechanik“ erörterten Untersuchungen gegründet, die ihn zu dem Re-

sultat geführt haben, daß die Polarabplattung unserer Erde $^1/_{305}$ beträgt.

Eine so merkwürdige Uebereinstimmung der auf so verschiedenen Wegen gefundenen Ergebnisse berechtigt zu dem Schluß, daß wir der Wahrheit sehr nahe sind, daß die Abplattung der „idealen" Grundform unserer Erde zwischen $^1/_{289}$ und $^1/_{305}$ als Grenzen gelegen sei, der Polardurchmesser also etwa $^1/_{300}$ kleiner ist als der des Aequators, sodaß, da sich der letztere auf 1719 Meilen berechnet, die Länge der Axe 5—6 Meilen weniger beträgt. Die wahre, wirkliche Gestalt der Erde wird freilich bei der Unregelmäßigkeit derselben im Besondern erst dann erkannt werden, wenn für jeden Punkt der Erde genaue Höhenangaben und zugleich genaue Messungen aller Grade, insbesondere auch Längengradmessungen vorliegen. Damit wird dann aber wieder nicht blos die wahre Gestalt der Erde enthüllt, es wird auch möglich werden, aus den zu Tage tretenden Unregelmäßigkeiten weitere Schlüsse auf das Innere der Erde zu ziehen. So sehen wir auch hier auf unserm Planeten, ähnlich wie im unendlichen Himmelsraum, mit jedem Fortschritt der Erkenntniß die Aufgabe selbst größer, weiter werden.

Blicken wir nun zurück auf den langen Weg von den ersten naiven Versuchen der Bestimmung des Erdumfangs an bis zu diesen als letzte Ergebnisse jener Bestrebungen gewonnenen Erkenntnissen, und gedenken wir dessen, was sie mittelbar zur Vervollkommnung der Beobachtungskunst, der Astronomie, der Mathematik, ja der gesammten Wissenschaft beigetragen haben, dann wird uns das tiefsinnige Wort des großen kosmischen Denkers in seiner ganzen Bedeutung klar: „Die Geschichte der Wissenschaften bietet neben der Untersuchung der Parallaxe der Fixsterne, die zur Aberration und Nutation geführt hat, kein Problem dar, in welchem in gleichem Grade das erlangte Resultat (die Kenntniß der mittlern Abplattung und die Gewißheit, daß die Figur der Erde keine regelmäßige ist) an Wichtigkeit dem nachsteht, was auf dem langen und mühevollen Wege zur Erreichung des Zieles an allgemeiner Ausbildung und Vervollkommnung des mathematischen und astronomischen Wissens gewonnen worden ist."

Möchte daher auch immerhin das astronomische Gewissen des auch um diese Bestrebungen so hochverdienten Bessel ein leises Bedauern nicht zurückdrängen können, „daß so große Kräfte nicht auch auf andere Theile der Wissenschaft vertheilt worden sind" — alles, was der große Forscher von dem Suchen nach der Parallaxe sagt (vgl. Note 69), es gilt nicht minder auch von dieser Entwickelungsreihe, deren wundersames Ineinandergreifen mit jener uns den Gesammtzusammenhang der menschlichen Erkenntniß zur Anschauung bringt. Hinausstrebend in den Kosmos, hat die Menschheit ihre Erde nicht vergessen, und was sie hier erreicht hat, es hat zurückgewirkt auf die Erkenntniß des Himmels. Ist doch auch die Erde selbst ein Himmelskörper, ein Glied des Universums! Wenn irgendwo, in dieser innigen Wechselbeziehung jener beiden Entwickelungsreihen tritt uns vor Augen, wie alles sich zum Ganzen webt, im Bildungsgange der Menschheit nicht minder wie im großen Gesammtleben des Kosmos selbst.

III.

Der Glanz- und Farbenwechsel der Gestirne, ihr Aufflammen und Erlöschen.

'Επεὶ δ'ἡ φύσις μέν ἐστιν ἀρχὴ κινήσεως καὶ μεταβολῆς . . . . .

(Aristoteles, „Physik", III, 1.)

Ich glaube, daß Astronomie und Physik so genau miteinander verknüpft sind, daß keine ohne die andere vervollkommnet werden kann. (Kepler.)

Die Ergründung beider Arten von Verhältnissen, der physischen wie der geometrischen, wird allmählich zu einem und demselben Ziele, zu genetischen Betrachtungen über die innere Natnr der Erscheinnng, führen. („Kosmos", III, 593.)

„Die Sinneswahrnehmung ergibt, daß in der gesammten, bisher vergangenen Zeit nach der von den Menschen einander überlieferten Kunde durchaus keine Veränderung, weder an dem ganzen äußersten Himmelsgewölbe noch an irgendeinem der ihm eigenthümlichen Theile, stattgefunden hat." (Arist. de coelo, I, 3.)

Auf diesem Wissen vom Kosmos erbaute sich die Aristotelische Speculation, erbaute sich die Weltanschauung jener Zeit überhaupt. Noch hatte damals die Beobachtung nicht das mindeste enthüllt, von der eigenen Bewegung der Fixsterne so wenig wie von dem Glanz- und Farbenwechsel der

Gestirne; noch war am Fixsternhimmel keinerlei Veränderung wahrgenommen worden, weder in der Stellung noch in der Färbung und Lichtstärke seiner Sternenschar. Nur hier, auf unserer Erde, in der „sublunarischen Welt", schien es Entstehen und Vergehen zu geben; nur hier schien alles, um mit Aristoteles zu reden, nach Seite der Quantität und zugleich nach Seite der Qualität in unaufhörlicher Bewegung und Umgestaltung. Gegenüber dieser Unbeständigkeit alles dessen, was uns hier auf Erden umgibt, erschienen die Himmelskörper gleich „ewigen, nie alternden Wesen", erschien vor allem der Fixsternhimmel in erhabener Ruhe und Unwandelbarkeit.

Nimmer in einem der Glieder versehrt, glänzt ewig der Himmel,
Niemals mehrt ihn die Zeit, noch mindert ihn zehrendes Alter;
Weil er sich stets selbst gleich war, bleibt er auch immer sich selbst gleich;
Wie ihn die Väter geschaut, so werden die Enkel ihn schauen.

(Manilius.)

Was wunder also, daß auch die Speculation eines Aristoteles, dem Wissen oder vielmehr Nichtwissen seiner Zeit gemäß, sich noch nicht dazu erhob, auf den Himmel zu übertragen, was er als das Grundgesetz aller Natur erkannt hatte: „die Veränderlichkeit und die Bewegung", daß er dieses Gesetz nur da gelten ließ, wo die Erfahrung dessen Herrschaft bestätigt hatte: „in der Welt unter dem Monde"[111]; daß ihm die ewigen, nie alternden Gestirne als Wesen höherer Art einer höhern Region angehörig erschienen, der Fixsternhimmel aber als der unwandelbarste von allen, dem überlieferten Dogma eines Gegensatzes von Himmel und Erde entsprechend, als der „erste Himmel"

---

[111] Vgl. Plut. plac., II, 4, und Aristoteles selbst an vielen in Zeller's Philosophie der Griechen, II, 2, S. 356, citirten Stellen.

(πρῶτος ὀυρανὸς), als der dem „unbewegten Bewegen“, dem „κινοῦν ἀκίνητον“, der Gottheit am nächsten? Was Wunder, daß solche Vorstellungen Jahrtausende hindurch die Grundlage aller Denk- und Glaubenskreise bilden, bis neue Wahrnehmungen lehrten, daß diese Grundlage Täuschung war und Sinnentrug, bis die in den menschlichen Gesichtskreis tretenden Veränderungen von Licht und Farbe der Gestirne nicht minder wie die ruhelosen Bewegungen der gesammten Fixsternwelt zu der Erkenntniß führten, daß auch die himmlische Sphäre des Kosmos dem Gesetz aller Natur gehorcht, daß, wie nichts ruhend, so auch nichts unwandelbar ist im Weltall, daß auch der Fixsternhimmel „im Ganzen wie in seinen Theilen“ sich unaufhörlich ändert und umgestaltet, ja daß auch die ewigen Sterne erlöschen!

Hier aber stehen auch wir noch in den ersten Anfängen der Erkenntniß, sind kaum weiter, als daß Beobachtung und Erfahrung den peripatetischen Glauben an die Unverderblichkeit des Sternenhimmels zerstört und mit dem Glanz und Farbenwechsel der Gestirne eine Reihe von Erscheinungen in den menschlichen Gesichtskreis gebracht haben, die, von frühern Jahrtausenden noch ungeahnt, zunächst wenigstens das haben offenbar werden lassen, daß auch die Lichtwelt der Gestirne dem Wechsel alles Irdischen unterworfen ist.

Der Gedanke, daß auch

die Farben der Sterne

sich im Laufe der Jahrtausende ändern könnten, war den Alten noch so vollständig fremd, daß er sich in jener prophetischen Ahnung des Hipparch nicht einmal angedeutet findet. [112]

---

[112] Vgl. das Motto zu Abschnitt II und S. 51.

Die Verschiedenheit der Sternfarben war ihnen freilich nicht entgangen, scheint aber ihre Aufmerksamkeit nur in geringerm Grade gefesselt zu haben. Nur die rothen finden wir bei ihnen hervorgehoben, die blauen und grünen aber nirgends erwähnt, und der bunten Farbenpracht des Sternenhimmels überhaupt gar nicht gedacht. Nennt ihn auch Plato in der schönen Schilderung des Weltbildes am Ende der Republik „den bunten" (πόικιλον), so doch ohne Zweifel wol nur (ähnlich wie wir in gleicher Zusammenstellung das Wort „bunt" gebrauchen), um das reiche Bild (fast hätte ich gesagt „den landschaftlichen Eindruck"), also nur, um die bunte Mannichfaltigkeit [113], nicht aber um die Farbenpracht der gestirnten Himmelsdecke, nicht um die wunderbare Verschiedenheit der Sternfarben andeuten zu wollen. Denn von dieser wußte man und konnte man damals noch nichts wissen. Nur weniges hiervon ist dem unbewaffneten Auge sichtbar, wie sehr auch immer dieses Wenige schon die Pracht des Sternenhimmels erhöht; so der röthlich strahlende Glanz des Arcturus, des Aldebaran, des Antares, der Beteigeuze (des hellsten Sterns α in der rechten Schulter des Orion) und des Pollux in den Zwillingen.

Die Färbung dieser war denn auch den Alten nicht entgangen; davon aber, was uns heute ein Blick zum Himmel lehrt, daß der röthlichen Beteigeuze die bläuliche Bellatrix in der linken Schulter des Orion gegenübersteht, daß

[113] So scheint sich uns das vielbesprochene Beiwort „ποίκιλος" ebenso einfach und natürlich zu erklären wie das andere oben erwähnte (vgl. Note 110).

Oder sollte Plato an den mit der Scintillation verbundenen Farbenwechsel (vgl. Note 118) und an das hierdurch entstehende bunte Geflimmer des Fixsternhimmels gedacht, das Wort also im ähnlichen Sinne gebraucht haben wie Aratus, der den Sirius „ποίκιλος" nennt? (Vgl. φαινόμενα, Vers 327.)

neben dem röthlich glänzenden Pollux der Castor grünlich schimmert, daß dem Sirius, dem hellsten Stern des Großen Hundes, den die Alten als hochroth oder „feuerröthlich" bezeichnen [114], der Procyon, der hellste Stern des Kleinen Hundes, in gelblicher Färbung voraufgeht: von alledem findet sich bei ihnen auch nicht die leiseste Andeutung. Zeigten etwa jene Sterne diese Farben damals noch nicht, oder sind sie nur unbeachtet geblieben? Vielleicht das letztere, weil der blauen und andersfarbigen Sterne überhaupt gar nicht gedacht wird und dem bloßen Auge in der That auch das Sternenheer in ziemlich gleichfarbigem Glanze (feuergelb, „ξανϑός", wie der „Almagest" sagt) zu leuchten scheint.

Erst das teleskopische Sehen sollte mit den Myriaden ungezählter Welten zugleich auch den Farbenschmuck enthüllen, der allein schon die unendliche Mannichfaltigkeit jener Sonnen der Himmelsräume ahnen läßt. Doch langsam nur schreitet die menschliche Erkenntniß fort. Schon im Anfang des 17. Jahrhunderts war das Fernrohr erfunden, und erst am Ende desselben werden die blauen Sterne bemerkt oder wenigstens zuerst erwähnt. „Es gibt Sterne", sagt Mariotte [115], „die viel Roth enthalten; es gibt auch gelbe und blaue. Die roth- und gelbscheinenden müssen ein sehr helles Licht besitzen, dessen Lebhaftigkeit durch irgendwelche Ausdünstung in ihrer Umgebung geschwächt wird; die bläulichscheinenden haben nur ein schwaches Licht, aber rein und frei von Dünsten." Seitdem ist die wunderbare Farben-

---

[114] Vgl. Kosmos, III, 204, Note 46.

[115] Traité des couleurs (1686); vgl. Arago's Werke, XI, 398. Die chinesischen Annalen erwähnen indeß unter den „neuen" Sternen schon einen solchen von weißbläulicher Färbung (vgl. Kosmos, III, 224).

pracht der Sternenwelt in immer größerer Fülle und Mannichfaltigkeit vor uns aufgegangen. So beschreibt John Herschel in der Capreise eine Gruppe von 76 rubinfarbigen Sternen siebenter bis neunter Größe, einige wie Blutstropfen leuchtend; eine andere war lediglich aus blauen Sternen vierzehnter bis sechzehnter Größe gebildet, und in noch andern strahlten die Sterne in allen Farben des Regenbogens. „Alle Abstufungen des prismatischen Farbenlichts zwischen den Extremen der Brechbarkeit, den rothen und violetten Strahlen, sind an der gestirnten Himmelsdecke teleskopisch aufgefunden worden.“

Namentlich die Doppel- und mehrfachen Sterne sind es, in denen uns der wunderbare Reichthum dieser Farben mehr und mehr offenbar zu werden beginnt. Während hier zwei anscheinend weiße Sterne nebeneinanderstehen, sind dort weiße und blaue, oder rothe und blaue, oder orange und grüne, oder gelbe und blaue, oder grüne und rothe, oder zwei blaue, rothe, gelbe u. s. w., und alle diese wieder in den verschiedensten Farbentönen, zu einem Doppelsternsystem vereinigt, und es scheint kaum noch ein Zweifel, daß auch in dieser Beziehung kein einziges dieser Systeme dem andern gleicht.

Gewiß nur das wenigste von der Farbenfülle der Sternenwelt hat sich bisher unserm Auge entschleiert [116]; wie aber

---

[116] Die Farben der Doppelsterne sind uns in ihrer wunderbaren Mannichfaltigkeit, wie fast alles, was wir von den Doppelsternen wissen, zuerst durch William Herschel erschlossen worden. Ihm folgend, hat Struve von den 3000 Doppelsternen seines Katalogs 596 der Farbe nach untersucht. Bei 295 fand er beide Sterne weiß, in den übrigen 301 Sternpaaren kommt Gelb am häufigsten vor; Blau und Grün gehört vorzugsweise den Begleitern an, doch fanden sich unter diesen auch 13 purpurfarbige. Arago (Werke, XI, 394) gibt eine Zusammenstellung der am zuverlässigsten bestimmten Sternfarben, mit welcher uns allein schon die ungeheuere Mannichfaltigkeit derselben vor

heute schon jener Lichtpunkt bei $\varkappa$ des südlichen Kreuzes, den noch Lacaille für einen gleichfarbigen Nebelfleck hielt, als ein Sternenschwarm erkannt ist, in welchem über hundert vielfarbige (rothe, grüne, blaue und blaugrüne) Sternchen so zusammengedrängt sind, daß sie in mächtigen Fernröhren wie polychrome Edelgesteine erscheinen, so wird sich kommenden Jahrhunderten dereinst die ganze volle Farbenpracht des Sternenheeres enthüllen. Beginnt sie doch schon jetzt, wie bei den Doppelsternen, so auch bei der großen Menge der einfachen, dem bloßen Auge ziemlich gleichfarbig erscheinenden Sterne mehr und mehr offenbar zu werden.

Noch Arago hob als auffallende Thatsache hervor, daß sich die blauen und grünen Sterne nur in den Doppelsternen fänden, „als ob die physikalischen Bedingungen der Ausstrahlung eines blauen oder grünen Lichts nur bei den vielfachen Sternen eintreten“, während, wie er fortfährt, „unter den 60—80000 isolirten Sternen, deren Positionen in den astronomischen Verzeichnissen aufgeführt werden, wol kein einziger mit einem andern Zusatze vorkommt als: weiß, roth und gelb“.

Dagegen hat eine von Sestini (Astronomen am Collegio Romano zu Rom) vorgenommene Durchmusterung des gestirnten Himmels mit sorgfältiger Bestimmung der Sternfarben schon jetzt erkennen lassen, „daß die Farbe des Lichts der Fixsterne, welche keine Doppel- oder mehrfachen Sterne sind, ganz gegen die bisherige Meinung der Astronomen, die gemeinhin nur den letztern farbiges Licht zuerkannten, nicht

---

Augen tritt. Wie unendlich reicher würde diese bunte Mosaik des Sternenteppichs erscheinen, wenn es gelänge, die Farben der Sterne von geringerer Lichtintensität festzustellen! Aber schon bei der achten Größe wird die Beurtheilung schwierig und ist bei der neunten in nordischen Klimaten kaum mehr möglich. (Vgl. Mädler, Fixsternhimmel.)

bei allen die weiße ist, und ebenso wenig die gelbe, daß sich vielmehr auch unter diesen Sternen eine nicht unbeträchtliche Menge von oranger, grüner, blauer und violetter Farbe mit allen möglichen Nuancirungen vorfinden".[117] Tritt uns also schon jetzt, wo wir eigentlich erst anfangen, auf diese Farbenunterschiede aufmerksam zu werden, eine so reiche Mannichfaltigkeit derselben entgegen, erscheint uns schon jetzt die Sternenwelt als eine völlig andere wie in jenen Zeiten, da die Beobachtung noch auf das bloße Auge beschränkt war, was wird nicht erst die Nachwelt am Himmel sehen mit Hülfsmitteln, von denen wir noch keine Ahnung haben! Oder sollten wir zweifeln dürfen, daß es kommenden Jahrhunderten gelingen werde, zu erkennen und festzustellen, was schon jetzt mehr als wahrscheinlich geworden, daß die Färbung des Sternenlichts auch nicht bei zweien jener unzähligen Sonnen der Himmelsräume ein und dieselbe ist, daß es nur die Mangelhaftigkeit unserer Sinne war, die uns alle jene Himmelslichter mit wenigen Ausnahmen in anscheinend gleichfarbigem Glanze zeigte, daß die Farben aller nicht minder unendlich verschieden sind wie sie selbst? Sollten wir zweifeln dürfen, daß gerade diese Farbenverschiedenheit dereinst das Mittel bieten wird, der Verschiedenartigkeit jener Welten selbst auf die Spur zu kommen?

Nicht umsonst sind diese Erscheinungen in den mensch-

---

[117] Die Farben der einfachen Sterne sind nach Sestini's Untersuchungen im großen und ganzen folgendermaßen am Himmel vertheilt: Die Sterne von gelblichem Lichte mit theilweise schwacher farbiger Nuancirung machen etwa die Hälfte von allen aus; weißes Licht haben etwa ein Fünftel, und von oranger Farbe finden sich mehr als ein Fünftel vor, sodaß also für alle übrigen Farben nur etwa ein Zehntel übrigbleibt. (Vgl. Poggendorff's Annalen, LXXXI, 270, und Briefe zum Kosmos, III, 143.)

lichen Gesichtskreis getreten. Einmal offenbar geworden, müssen sie enträthselt werden. So hat denn die Forschung sich auch bereits der neuen großen Aufgabe zugewendet, die ihr hiermit gestellt ist.

Die Ursachen der Sternfarben

sind ein Gegenstand des Nachdenkens geworden. Noch freilich sind sie unenträthselt, noch bei weitem nicht in gleichem Grade erkannt wie der wahre Grund jener andern, mit der Scintillation (dem Blinken und Funkeln der Sterne) verbundenen Farbenerscheinungen. [118]

---

[118] Die prachtvolle Erscheinung des Sternfunkelns, die uns die Sterne nach dem schönen Bilde Kepler's „wie facettirte Diamanten erscheinen läßt, bei denen die geringsten Bewegungen alle Farben des Regenbogens hervorrufen", hat seit Jahrtausenden das Auge der Menschheit gefesselt; aber erst in unsern Tagen reichte das Wissen aus, sie, wenigstens in ihrem Hauptgrunde, zu erklären. Die ersten Forscher aller Zeiten, Aristoteles und Ptolemäus, Averrhoes und Alhazen, Tycho und Scaliger, Cardanus und Giordano Bruno, Kepler und Galilei, Descartes und Huygens, Hooke und Newton und die Astronomen und Physiker der neuern Zeit hatten die verschiedensten Vermuthungen und Hypothesen aufgestellt; Arago's kritische Beleuchtung läßt keinen Zweifel mehr, daß sie sämmtlich unhaltbar waren (Arago's Werke, VII, 50—80); wie denn auch schon vor ihm Forscher wie Melville, Nicholson und Thomas Young freimüthig aussprachen, daß sie eine Erklärung dieser Erscheinung nicht zu geben vermöchten.

Aber gerade der letztere, Thomas Young, der berühmte Entdecker der ersten Gesetze von den Interferenzen des Lichts, sollte hierdurch die endliche Erklärung möglich machen.

Auf Grund dieser von ihm selbst und Fresnel näher begründeten Gesetze wies Arago nun nach, „daß, wenn die von einem Sterne ausgesendeten Strahlen, bevor sie im Brennpunkte einer Linse zur Vereinigung kommen, eine Atmosphäre zu durchlaufen haben, worin Schichten von ungleicher Temperatur, ungleicher Dichtigkeit oder verschiedenem Feuchtigkeitszustande sich vorfinden, die Focalbilder eine beständig wechselnde Intensität und Farbe besitzen müssen, also genau so beschaffen

Können wir also auch hier, bei den Ursachen der Sternfarben selbst, noch nicht überschauen, wie durch das Zusammenwirken vieler endlich das Ziel erreicht wurde, so ist es doch von nicht minderm Interesse, zu verfolgen, wie man von allen Seiten her ihm nachstrebt, wie eine Meinung die andere widerlegt oder berichtigt und ergänzt, bis dereinst das Gesammtwissen der Zukunft, das zusammenfließende Wissen aller Wissenschaften einem Glücklichen, der zur rechten Stunde in die Schmelze tritt, jenen „Silberblick" vergönnen wird, der uns diese Erkenntniß bringt.

Schon Mariotte, der erste, welcher der blauen Sterne erwähnt, war wol auf dem richtigen Wege, indem er in der oben angeführten Stelle darauf hindeutet, daß diese Ursachen *in den Sternen selbst*, im Lichtprocesse, in der Photosphäre derselben zu suchen seien.

---

sind, wie wir bei der Scintillation der Sterne wahrnehmen; daß also das Funkeln der Sterne und der mit demselben verbundene Farbenwechsel zu den Interferenzerscheinungen gehört, somit subjectiver Natur und *nicht* den Sternen selbst eigenthümlich ist".

Wenn nun auch durch diese jetzt allgemein angenommene Erklärung die Erscheinung in ihrem Hauptgrunde enträthselt ist, so sagte doch schon Arago selbst: „Ich bin weit von dem Glauben entfernt, als bleibe, nachdem dieser Grund gelegt, nichts mehr zu thun übrig, und als könne vom theoretischen wie vom experimentellen Gesichtspunkt aus die gegebene Erklärung nicht weiter vervollkommnet werden." Neuerdings haben denn auch Montigny und Foucault das Funkeln auf eine einfache Dispersionserscheinung in der Atmosphäre zurückgeführt, welche durch die Luftströmungen vermehrt und intermittirend gemacht wird. Vielleicht indeß waren auch die Ahnungen jener frühern Denker, welche die Scintillation mit dem Lichtproceß der *Sterne selbst* in Verbindung brachten, doch nicht so ganz unbegründet, da die Verschiedenheit derselben bei den verschiedenen Sternen hierauf hinzudeuten scheint, wenn auch die Erscheinung selbst der Hauptsache nach immer *subjectiver* Natur bleibt. Jedenfalls sind wir mit der Erklärung *dieser* Farbenerscheinungen noch *nicht vollständig* am Ziele; wie sollten wir jetzt schon an eine vollständige Lösung des Räthsels der Sternfarben selbst denken können?

Doch sollte nicht auch hier wieder eine jener Sinnestäuschungen vorliegen, die so oft schon irregeführt haben; sollten die Sternfarben nicht doch vielleicht nur subjective, nur auf optischer Täuschung beruhende sein? Diese erste aller Fragen mußte sich um so mehr aufdrängen, als es gerade die Doppelsterne waren, bei denen sich vorzugsweise Färbungen zeigten, und als bei ihnen wiederum die binären Verbindungen von Roth mit Blaugrün oder von Gelb mit Blau (also von Complementärfarben, d. h. von solchen, die sich zu Weiß ergänzen) vorherrschend erschienen. Dies führte Arago und John Herschel auf den Gedanken, daß die Farbenerscheinungen bei den Doppelsternen in der That nur „optische" seien, da den optischen Erfahrungen gemäß ein schwaches weißes Licht, wenn man ein starkes rothes in seine unmittelbare Nähe bringt, infolge der Contrastwirkung nicht mehr weiß erscheint, sondern die Complementärfarbe zu Roth annimmt, d. h. grünlich schimmert, während es in Blau übergeht, sobald das helle Licht in der Nähe gelb ist. Indeß schon Arago selbst hat Herschel gegenüber hervorgehoben, „daß der optische Begriff des Contrastes nur mit großer Vorsicht zur Erklärung der Doppelsternfarben in Anwendung zu bringen und namentlich überall da nicht an derartige Täuschungen zu denken sei, wo z. B., wie in α des Löwen oder 38 der Zwillinge, ein kleiner blauer Stern Begleiter eines hellen weißen, oder wo die Farbe beider Sterne blau ist"; also im allgemeinen da, wo die Farben andere als die Complementärfarben sind; ja daß selbst im letztern Fall die Färbung nicht immer auf Täuschung beruhe. Denn wenn auch zuweilen die blaue oder grüne Färbung des kleinern Sterns in einem Paare, dessen hellerer gelb oder roth ist, lediglich Wirkung des Contrastes ist, so läßt doch schon ein äußerst einfacher Versuch diese Fälle von den übrigen unterscheiden. Bedeckt man nämlich

den Hauptstern durch einen Faden oder eine Blende im Fernrohr, so müßte die blaue oder grüne Farbe des kleinern allein sichtbar bleibenden verschwinden, wenn sie nur durch die Contrastwirkung hervorgebracht war. Dies geschieht jedoch nur in wenigen Fällen. Gewöhnlich, so versichert Arago, bleibt die Färbung des kleinern Sterns auch dann unverändert, wenn er für sich allein betrachtet wird. Aehnlich fand Struve bei Beobachtung des Doppelsterns Nr. 24 im Haupthaar der Berenice, daß der eine schon als blauer Stern im Fernrohr erscheint, während der andere, 20 Secunden entfernte, rothe Stern sich noch gar nicht im Gesichtsfelde desselben befindet.

Hiernach also scheint kein Zweifel, daß die Farben der Doppelsterne im allgemeinen nicht Täuschung, sondern Wirklichkeit sind, daß sie den Sternen selbst angehören, daß es farbiges Sternenlicht gibt.[119]

Dasselbe gilt von den Färbungen der einfachen

---

[119] Dagegen spricht sich Zöllner wiederum in seiner „Photometrie des Himmels" (1861) dahin aus: „Es ist mehrfach die Frage erörtert worden, ob die Complementärfarben der Doppelsterne objective oder subjective Färbungen seien. Wenn auch das von mir bisjetzt angewandte Photometer eine zu schwache Vergrößerung besitzt, um solche Doppelsterne direct zu beobachten, so läßt sich doch mit Hülfe desselben wenigstens sehr einfach entscheiden, ob überhaupt die Farbe eines Sternes durch die Nähe eines andern mit entschieden ausgesprochener Färbung beeinflußt wird. Ich brachte den einen der künstlichen Sterne möglichst nahe an irgendeinen weißen Stern, sodaß beide Sterne vollkommen den Eindruck eines Doppelsternpaares machten. Mit Hülfe des Colorimeters ertheilte ich nun dem künstlichen Sterne alle möglichen Farben und war hierbei überrascht, eine wie auffallend complementäre Färbung der Nachbarstern annahm. Ich habe diese Versuche auch andern Personen gezeigt, welche sich nicht weniger über diese Täuschung verwunderten. Hiernach ist es sehr wahrscheinlich, daß die complementären Färbungen der Doppelsterne vorzugsweise subjectiver

(oder doch von uns für einfach gehaltenen) Sterne, die nach den oben angeführten Untersuchungen Sestini's in viel größerer Menge und Farbenverschiedenheit, als man bisher angenommen hatte, am Himmel vorkommen. Eine Erklärung derselben durch Contrastwirkung ist bei ihnen von vornherein ausgeschlossen. Dagegen schien die Vertheilung, in welcher sich die farbigen Sterne überhaupt an der scheinbaren Himmelskugel vorfinden, die Vermuthung zu bestätigen, daß diese Farben mit der Bewegung unsers Sonnensystems im Zusammenhange stehen, also doch vielleicht nur subjective sein könnten. Sestini wollte nämlich bei seiner Umschau zugleich auch gefunden haben, daß die farbigen Sterne vorzugsweise einer Zone angehören, die sich etwa bis zum 15. Grad nördlich und bis zum 30. Grad südlich vom Aequator (doch nicht völlig parallel mit demselben) hinzieht. In der südlichen Hälfte dieser Zone sollen vorzugsweise orange und rothe, in der nördlichen dagegen blaue und violette Sterne sichtbar sein, keine Gegend des Himmels aber die letztern in so auffallender Menge zeigen als das

---

Natur sind, wie dies auch mit den in anderer Weise von Sir John Herschel angestellten Beobachtungen vollkommen übereinstimmt."

Diese Versuche reichen indeß schwerlich aus, die von Arago und Struve an den Sternen selbst angestellten Beobachtungen zu widerlegen. Sie beweisen nur, daß die Färbung der Sterne subjectiver Natur sein kann, nicht aber, daß sie es in allen Fällen oder auch nur vorzugsweise ist. Erst weitere Beobachtungen und Untersuchungen werden ergeben, ob dies der Fall, oder ob nicht vielmehr, ähnlich wie schon jetzt die früher als „optische" angesehenen Doppelsterne in ihrer großen Mehrheit als „physische" erkannt sind, so auch die Farben derselben vorzugsweise als den Sternen selbst eigenthümlich und durch die materielle Verschiedenheit derselben hervorgerufen, also als „physische" sich werden nachweisen lassen. Schon die stoffliche Verschiedenheit der verschiedenen Fixsterne deutet hierauf hin. (Vgl. übrigens die neuesten Beobachtungen Zöllner's: Photometrische Untersuchungen, S. 250.)

Sternbild des Hercules, d. h. diejenige, nach welcher hin die Bewegung unsers Sonnensystems zur Zeit gerichtet ist.

Dies schien der Hypothese Doppler's zu entsprechen, welche die Entstehung der Sternfarben mit jener Bewegung in Zusammenhang bringen und durch die verschiedene Anzahl von Lichtwellen erklären will, die infolge derselben in einer Secunde unser Auge treffen. Seiner Meinung nach müssen die Wellenschläge des Lichts von jener Gegend des Sternenhimmels aus, der wir mit unserer Sonne zusteuern, in kürzern Zeiträumen aufeinander folgen, „ähnlich wie ein Schiff, welches den andringenden Wellen entgegensteuert, in derselben Zeit eine größere Anzahl und zugleich stärkere Wellenschläge empfängt wie ein anderes, das ruht oder gar sich in der Richtung mit den Wellen fortbewegt". [120] Diese Verschiedenheit der Menge und Stärke der Lichtwellen, die hiernach unser Auge von den Sternen vor und hinter uns treffen, ließen uns jene in blauer, diese dagegen in rother Färbung erscheinen. Die Sternfarben wären also hiernach, wie auch Lamont [121] auszuführen gesucht hat,

---

[120] Chr. Doppler, Ueber das farbige Licht der Doppelsterne und einiger anderer Gestirne des Himmels, S. 5 fg.

[121] Lamont (Astronomie und Erdmagnetismus, S. 144) hat die Hypothese in folgender Weise physikalisch zu begründen gesucht: „Es ist bekannt, daß das weiße Licht (der Undulationstheorie zufolge) aus Wellen von verschiedener Länge zusammengesetzt ist, die, wenn man sie mit einem Prisma trennt, die Empfindung der verschiedenen Farben im Auge hervorrufen. Die Farbe ist also gleichbedeutend mit einem schnellern und langsamern Aufeinanderfolgen der Wellenschläge. Schon von Newton's Zeiten her zählt man im weißen Lichte sieben Farben, die, nach der Wellenlänge geordnet, sich so aneinanderreihen: Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo, Violett. Die Schnelligkeit, womit die Wellen aufeinanderfolgen, ist bei Violett doppelt so groß als bei Roth und nimmt von Roth bis Violett ungefähr gleichmäßig ab; folgen die Wellen langsamer aufeinander als bei Roth oder schneller als bei Violett, so nimmt sie das Auge nicht mehr wahr. Dies gilt

gleichbedeutend mit der schnellern oder langsamern Aufeinanderfolge der Wellenschläge des Lichts.

Indeß eine derartige Vertheilung der Sternfarben, wie sie nach dieser Hypothese im großen und ganzen stattfinden müßte, ist nach andern Astronomen in Wirklichkeit am Himmel nicht nachzuweisen; die feststehende Thatsache aber, daß wahre Doppelsterne, die relativ nahe beieinander in derselben Richtung zur Sonnenbahn stehen, dennoch entgegengesetzte (und zwar nicht blos durch Contrastwirkung hervorgebrachte) Farben zeigen, scheint mit jener Hypothese gerade-

für den Fall, daß das Licht von einem ruhenden Körper ausgeht. Es ist aber leicht begreiflich, daß, wenn ein Körper gegen uns hergeht, jede nachfolgende Welle, um zu uns zu gelangen, eine kleinere Distanz zurückzulegen hat als die vorhergehende, also die Wellen schneller aufeinanderfolgen. Entfernt sich der Körper, so folgen die Wellen langsamer aufeinander. Hieraus geht nun, wenn man das Obige berücksichtigt, der Satz hervor, daß die Bewegung eines Körpers, wenn sie groß genug ist, um mit der Bewegung des Lichts in Vergleich gebracht zu werden, seine Farbe ändern muß. Gesetzt, ein Stern wäre ganz roth und käme gegen uns her mit einer Geschwindigkeit von 6000 Meilen in der Secunde (ein Siebentel von der Geschwindigkeit des Lichts), so würden die Wellen um ein Siebentel schneller aufeinanderfolgen und wir sähen den Stern orange; ein grüner Stern würde unter denselben Verhältnissen blau erscheinen. Entfernte sich aber ein grüner Stern mit der obigen Geschwindigkeit, so würde er von uns in gelbem Lichte gesehen werden."

Wie annehmbar diese Hypothese nun auch scheint, so steht ihr doch alles das entgegen, was oben im Texte gegen Doppler angeführt ist, insbesondere die Beobachtungen Arago's, nach welchen die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in den Aetherräumen des Himmels bei Lichtstrahlen von verschiedenen Farben und daher verschiedenen Längen und Geschwindigkeiten der transversalen Schwingungen stets gleichgroß bleibt und vollständig unabhängig von der Weite und Schnelligkeit der transversalen Schwingungen ist. Außerdem aber ist auch die Voraussetzung Lamont's, daß die Geschwindigkeit der Bewegungen der Himmelskörper groß genug sei, um mit der Geschwindigkeit des Lichts in Vergleich gebracht zu werden, wenigstens in den bisherigen Erfahrungen nicht begründet. (Vgl. die folgende Note.)

hin unvereinbar, wenn anders nicht spätere Beobachtungen noch ergeben sollten, daß der Begleiter, je nachdem er sich bei seiner Umdrehung um den Hauptstern auf uns zu oder von uns fort bewegt, verschiedene Farbennuancen zeigt. Außerdem setzt jene Hypothese eine Geschwindigkeit der Bewegungen der Himmelskörper voraus, für welche nach den bisherigen Erfahrungen jeder Anhalt fehlt. [122] Endlich aber hat Arago

---

[122] „Wollte man selbst einräumen", so entgegnet Weiß (Gesetze der Satellitenbildung, S. 23), „daß die Fortpflanzung von Licht mit verschiedener Farbe in den Welträumen mit den nämlichen abweichenden Geschwindigkeiten wie die transversalen Aetherschwingungen stattfinde, so würde dennoch die Lehre, daß mit der Annäherung oder Entfernung der Gestirne zur oder von der Erde die Farbe des Lichts eine Veränderung erleide, keine Anwendung auf die Erklärung jener bedeutenden Farbenunterschiede finden können, welche sich im Lichte der Sterne zeigen."

Nach Unger nimmt die Anzahl der Aetherschwingungen in einer Secunde bei verschiedenfarbigem Lichte von Rubinroth bis Purpur in folgenden Verhältnissen zu:

Farbe des Lichts.	Billionen von Aetherschwingungen in einer Secunde.
Karmoisinroth	435
Feuerroth	488
Orange	517
Gelb	548
Grün	598
Blau	652
Indigo	691
Violett	720
Lila	775
Purpur	821

Folgen die Schwingungen langsamer als bei Rubinroth oder schneller als bei Purpur, so nimmt sie das Auge nicht mehr wahr.

Zur Erklärung eines Lichtunterschiedes, der eine einzige Abstufung der obigen Farbenscala umfaßt, würden Bewegungsgeschwindigkeiten der Sterne von ein Zehntel der Geschwindigkeit des Lichts oder 4200 Meilen in der Secunde vorauszusetzen sein. Die schnellsten Umlaufsbewegungen der Satelliten im Sonnensysteme betragen aber nur etwa den

nachgewiesen, daß die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in den Aetherräumen des Himmels bei Lichtstrahlen von verschiedenen Farben stets gleichgroß bleibt.[123] „Seine Beobachtungen haben gelehrt, daß im Prisma die Brechung nicht durch die relative Geschwindigkeit des Lichts gegen die Erde verändert wird. Alle Messungen gaben einstimmig als Resultat, daß das Licht von den Sternen, nach welchen die Erde sich hinbewegt, denselben Brechungsindex darbietet wie das Licht der Sterne, von welchen die Erde sich entfernt." (Kosmos, III, 93.)[124]

---

siebenhundertsten Theil der bezeichneten Geschwindigkeit, während die Sonnenbewegungen im Raume im allgemeinen noch weit unbedeutender sein dürften. Die Geschwindigkeit unserer Erde ist nur 4 Meilen in der Secunde, und die größte planetarische (die des Mercur in der Sonnennähe) nur 7½ Meile. Von den sonnennahen Kometen haben einige, wie die von 1680 und 1843 *auf wenige Stunden* eine Geschwindigkeit von 60 Meilen gezeigt. Die *rothe* Farbe des Mars oder die *bläuliche* einiger Kometen kann daher, wie Mädler in dem Aufsatze gegen Doppler (Bd. 43 der Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften) hervorhebt, ihren Grund *nicht* in diesen Bewegungen haben.

Ebenso wenig könnte die Ursache von dem Vorherrschen der *violetten* Sterne auf der einen und der *rothen* auf der andern Seite des Himmels in der Sonnenbewegung gefunden werden; denn nach Struve beträgt diese etwa 2¾ Meilen und nach Mädler schwerlich über 7 Meilen; und daß auch die Bewegungen in der Fixsternwelt zur Hervorbringung der Farbenunterschiede nicht ausreichen, geht aus dem Seite 59 und Note 40 Mitgetheilten hervor. Nach den bisherigen Erfahrungen sind sie durchschnittlich nicht rascher als die in unserm Sonnensystem, namentlich die Bewegungen der Doppelsterne umeinander, die kaum denen unserer entferntern Planeten gleichkommen.

[123] Vgl. Annuaire, 1842, S. 333, und Arago's Werke, XI, 350. Auch Wilhelm v. Struve hat die volle Uebereinstimmung der aus verschiedenen Sternen hergeleiteten Lichtgeschwindigkeiten nachgewiesen in Schumacher's Astronomischen Nachrichten, Nr. 484.

[124] Vielleicht indeß macht die S. 59 erwähnte neueste Entdeckung von Klinkerfues *auch hier* weitere Einblicke möglich. *Nach den Untersuchungen desselben hat sich nämlich, den negativen*

Die ganze Annahme Doppler's, fügt Mädler dem hinzu, beruht auf einer offenbaren Verwechselung. Die Wellenlängen der einzelnen Farben sind verschieden, aber die Zahl der in einer Secunde aufeinanderfolgenden Wellen ist in demselben Verhältniß größer, als die Wellenlängen selbst kleiner sind, und umgekehrt. So entsteht eine gleichmäßige Geschwindigkeit des Lichts sämmtlicher Farben, mögen sie sich zu einem weißen Strahl vereinigen oder isolirte Farben unserm Blicke darstellen. Daher geben der rothe Arctur, die gelbe Capella, die weiße Wega und die grüne Alcyone dieselbe Aberrationsconstante [125],

---

Resultaten Arago's gegenüber herausgestellt, „daß die Bewegung eines Sterns, zerlegt nach der Richtung des Visionsradius, die Brechung des Strahls beeinflußt". Man kann diese Wirkung leicht so merklich machen, daß ein sicherer Schluß auf jene Bewegung gemacht werden kann (Nachrichten der königlichen Gesellschaft der Wissenschaft zu Göttingen, 1865, Nr. 6).

In den Astronomischen Nachrichten, Nr. 1538, gibt Klinkerfues eine genauere Darlegung seiner Methode, nach welcher er für die absolute Bewegung einiger Fixsterne und des Uranus folgende Werthe gefunden hat:

α Persei	während	einer	Secunde	2,0	geographische	Meilen.
o^2 Eridani	„	„	„	13,4	„	„
Uranus	„	„	„	0,4	„	„
η Cassiopejä	„	„	„	19,8	„	„
μ Cassiopejä	„	„	„	11,7	„	„
1830, Groombridge	„	„	„	17,4	„	„

Sollte sich diese Methode bewähren, so würden gleichzeitig angestellte photometrische Messungen ein Mittel abgeben, das Problem der Parallaxen (vgl. S. 147) in einer ganz neuen und allgemeinern Weise zu lösen, und mit Hülfe derselben eine Messung der Dimensionen unsers Fixsternsystems möglich werden.

[125] Da die Aberration, d. i. die scheinbare Bewegung der Fixsterne, vermöge welcher sie im Laufe eines Jahres eine kleine Ellipse um ihren mittlern Ort beschreiben, Folge der Erdbewegung um die Sonne und der hierdurch hervorgebrachten Ablenkung des Lichts der Fixsterne ist

denn diese hängt nicht ab von der Wellenlänge, welche für die verschiedenen Farben verschieden ist, sondern von der Fortpflanzung der Bewegung, die für alle Farben gleich ist.

Die Verbreitung der Lichtwellen in den Räumen des Himmels zeigt daher ganz dasselbe Verhalten wie jene der Schallwellen, bei welchen es durch die gleichbleibende Wirkung einer Musik in allen Entfernungen, aus welchen man derselben zuhören mag, vollständig erwiesen ist, daß sich die Schallwellen der verschiedenen Töne mit gleicher Geschwindigkeit fortpflanzen.

Somit hat denn also auch die Hypothese Doppler's nicht vermocht, die Sternfarben in das Gebiet der optischen Täuschungen zu verweisen. Aus der Bewegungsrichtung unsers Sonnensystems lassen sich die Sternfarben ebenso wenig erklären wie aus den Contrastwirkungen allein! Mögen nun auch noch manche andere Ursachen subjective Täuschungen hervorrufen [126], im allgemeinen wenigstens dürfte schon bei

---

(vgl. Note 72), so müßte, wenn die Geschwindigkeit des letztern bei den verschiedenfarbigen Sternen eine verschiedene wäre, auch die Größe dieser Ellipse bei ihnen verschieden sein. Die Aberrationsconstante, d. i. die halbe große Axe dieser Ellipse, ist aber bei allen Sternen gleichgroß.

[126] Wie z. B. der durch Purkinje, Dove und Helmholtz nachgewiesene Umstand, daß die Intensität eines Lichteindrucks auf die Schätzung seiner Farbe von Einfluß ist, oder auch die verschiedene Empfänglichkeit der Augen für Farbenunterschiede überhaupt.

So versichert Knorre in Nikolajew, wie Mädler mittheilt, daß ihm, sowol mit freiem Auge als im Fernrohr, alle Sterne weiß erscheinen, und nach neuern Untersuchungen sind die Beispiele von Personen, die z. B. Grün und Roth nicht unterscheiden können, gar nicht selten. Beim weiblichen Geschlecht findet sich allgemein ein weit feinerer Farbensinn als beim männlichen, was schon die alten italienischen Maler sehr wohl wußten und deshalb in schwierigen Fällen stets Frauen zu Rathe zogen. „Wir zweifeln keineswegs", fügt Mädler hinzu, „daß unsere Kenntniß der

dem gegenwärtigen Stande der Forschung kaum noch ein Zweifel bleiben, daß das Licht der Sterne selbst verschiedenfarbig und daß der Grund dieser Farbenverschiedenheit in der physischen Beschaffenheit jener Himmelskörper und namentlich in der Verschiedenheit ihrer Oberflächen und ihrer Atmosphären zu suchen ist.[127] Läßt doch schon die verschiedene Lage der von Wol-

---

Sternfarben wesentlich gewinnen wird, wenn nach dem Vorgange von Charlotte Lepaute, Karoline Herschel, Wilhelmine Witte und Maria Mitchell das schöne Geschlecht fortfährt, an der Förderung der Himmelskunde sich thätig zu betheiligen."

Immerhin werden hiermit aber doch nur ungefähre Schätzungen gewonnen. Auch hier also bleibt es nicht minder wie bei den Feststellungen der Lichtverhältnisse eine der großen Aufgaben der Zukunft, Messungsmethoden zu erfinden, die es möglich machen, nicht nur die Farben der Gestirne, sondern auch deren Grad nach bestimmter Scala, nach Zahl und Maß mit Sicherheit festzustellen. Sollte mit den soeben erscheinenden Untersuchungen Zöllner's diese Möglichkeit inzwischen schon gewonnen sein? (Vgl. Note 137 und 143.)

[127] Auch Weiß (Die Gesetze der Satellitenbildung, S. 25) kommt zu dem Resultat, „daß physische Ursachen vorhanden sein müssen, welche nicht blos eine scheinbare, sondern eine wirkliche Farbenverschiedenheit der Sterne begründen", und macht nun den Versuch, dieselben aus den verschiedenen Anziehungskräften der Weltkörper zu erklären.

Von der heute wol nicht mehr zweifelhaften Annahme ausgehend, daß der Weltraum nicht leer, sondern mit jenem Fluidum (Aether) erfüllt sei, dessen Wellen die Träger des Lichts sind, weist er darauf hin, daß dieses Fluidum durch die Gravitation der Weltkörper angezogen werden müsse. Hierdurch würden die Aethertheilchen in den Richtungen der Zuglinien der Schwerkräfte sich gegenseitig näher gebracht, geriethen, unter die Atmosphären der Weltkörper von außerordentlicher Masse und Anziehungskraft gemischt, in unaufhörliches Zittern und verwandelten durch ihre transversalen Schwingungen diese Atmosphären für unser Auge in Lichtsphären; sodaß also die Erscheinung des Leuchtens der größern Weltkörper in den dieselben umhüllenden Aethermassen ähnlich wie der Schall und wie ein Theil der irdischen Lichterscheinungen

laston entdeckten und durch Frauenhofer näher festgestellten dunkeln Linien in den Spectren der verschiedenen Fixsterne

---

durch mechanische Kräfte hervorgerufen werde. Hiermit bringt er die Entstehung der verschiedenen Sternfarben in Verbindung, welche er durch die Verschiedenheit der Schwerkraft an der Oberfläche der Weltkörper und die hierdurch hervorgerufene Verschiedenheit der Schwingungen jener Aethertheilchen zu erklären sucht.

Indem er alsdann diese Theorie auf die Doppelsterne anwendet, geht er von der Voraussetzung aus, daß der scheinbar kleinere Begleiter auch in Wirklichkeit nur von geringer Größe sei, und gelangt auf Grund verschiedener anderer Voraussetzungen zu dem Schluß, daß, wenn die Farbe des Lichts von der Schwere abhängig ist, die beiden Sterne eines binären Systems bei gleicher Helligkeit auch gleiche Farbe zeigen müssen.

Eine Vergleichung der vorhandenen Doppelsternverzeichnisse scheint ihm eine Bestätigung dieser Hypothese zu liefern, da sie die Abhängigkeit der Farbe von den Anziehungskräften unverkennbar hervortreten lasse, sodaß die Farbenunterschiede zwischen Hauptstern und Begleiter mit der Zunahme der Unterschiede ihrer Lichtmengen und daher auch mit der Verminderung der Schwere an der Oberfläche des kleinern Begleitsterns größer würden.

Aus dieser von ihm vorgenommenen Vergleichung der unzweifelhaft physisch miteinander verbundenen Sternpaare geht, wie er sagt, mit vollkommener Bestimmtheit hervor, daß die bei gleichen Größen weiße oder gelbe Farbe des Begleiters bei Zunahme der Größenunterschiede zwischen ihm und dem Hauptstern allmählich aus Roth, Blau, Indigo und Purpur in Grau und Aschfarbe übergeht. Erstreckt sich der Unterschied der Helligkeit beider Sterne auf mehr als zwei Klassen, so gewinnen die Farben Blau und Purpur bei dem Begleitsterne entschieden die Oberhand; steigert sich aber dieser Unterschied auf mehr als vier Klassen, wobei unter Voraussetzung einer annähernd gleichen Dichte des Sternpaares die Schwere an der Oberfläche des Begleiters nur ein Viertel der Schwere des größern beträgt, so werden letztgenannte Farben von einer sonst ungewöhnlichen Aschfarbe verdrängt.

Man kann daher, so schließt er, mit Sicherheit annehmen, daß jene Begleitsterne, deren Schwere an der Oberfläche nur die Hälfte der Anziehungskraft ausmacht, welche den Hauptsternen und daher Weltkörpern von der gewöhnlichen Sonnenmasse eigenthümlich ist, statt eines weißen, rothen oder gelben Lichts nur mehr ein blaues, indigo- oder purpurfarbiges besitzen. Sobald aber das Verhältniß der Schwere an der

auf die Verschiedenartigkeit des Lichts und der Atmosphäre derselben schließen.[128] „Wie andere Klänge den zitternden Saiten, andere der Flöte, noch andere der Oboe entquillen", so möchten wir daher mit Ule glauben, „daß auch verschiedenes Licht den verschiedenen Lichtquellen entströme. Unser Auge freilich hat keinen Sinn mehr für solche Lichtklänge, aber die Wissenschaft ist versucht, jene dunkeln Linien als Beweise dafür gelten zu lassen. Wenigstens hat die Beob-

---

Oberfläche des kleinern Sterns zu einem Fünftheil von jener an der Oberfläche des größern herabsinkt, geht selbst bei einer großen Helligkeit des Begleitsterns die sonst so lebhafte Färbung des Lichts in ein unbestimmtes Grau über.

Zeigt nun auch schon die lange Reihe von zum Theil mehr als zweifelhaften Voraussetzungen, auf welchen diese Hypothese beruht, daß es zur Aufstellung derartiger allgemeiner Theorien noch viel zu früh ist (nach Mädler haben wir z. B. kaum ein Recht, von einem Hauptstern zu sprechen und aus dem stärkern Lichtglanz auf die größere Masse zu schließen; vgl. Fixsternhimmel, S. 99), so ist es doch von Interesse, daß hier schon der Versuch gemacht ist, Licht, Farbe und Schwere der Weltkörper in Zusammenhang zu bringen. Bevor es freilich möglich sein wird, diesen mit Sicherheit zu erkennen und nachzuweisen, wird es wol noch aller jener Beobachtungen und Forschungen künftiger Jahrhunderte bedürfen, auf die wir hier überall noch angewiesen sind. Inzwischen hat die Spectralanalyse unsere Vorstellungen von der Natur der Fixsterne umgestaltet, hat mehr als wahrscheinlich gemacht, daß sie ähnliche glühende Massen sind wie unsere Sonne. (Vgl. Anhang 3.) Ist dem so, dann liegt die Annahme nahe, daß die Farbe eines Sterns außer von der Stoffverschiedenheit auch von dem Grade des Glühens seines feurig-flüssigen Kerns (resp. seiner Erkaltung) und daneben zugleich von der Absortionsfähigkeit seiner Atmosphäre für Strahlen verschiedener Brechbarkeit abhängig sein wird. Erst weitere Forschungen werden hier Licht bringen. Vorläufig ist die Thatsache von nicht geringem Interesse, daß nach den spectralanalytischen Untersuchungen von Huggins und Miller entschieden rothe Sterne in dem grünen und blauen Theil des Spectrums eine größere Menge dunkler Linien gezeigt haben, als dies im allgemeinen bei einem weißen Stern, wie z. B. beim Sirius, der Fall ist.

[128] Vgl. Anhang 3.

achtung gelehrt, daß andere Lichtquellen stets auch anders geordnete Fraunhofer'sche Streifen im Spectrum zeigen. Mond und Planeten zeigen dieselben, wenn auch minder unterscheidbaren Streifen im Spectrum als das Sonnenlicht, und nicht mit Unrecht sieht man darin einen Beweis für den gemeinsamen Ursprung ihres Lichts. Aber das Licht der Fixsterne, das elektrische Licht, die Flamme brennender Körper zeigt andere Linien in anderer Ordnung. Darum ist es nicht etwa ein anderes Licht, von anderer Natur und andern Gesetzen unterworfen, das von den Fernen des Himmels zu uns niederströmt. Die Lichtstrahlen erzählen uns nur, daß andere stoffliche Bedingungen in jenen Welten herrschen[129], und daß sie nicht Strahlen von jeder Brechbarkeit aussenden, sondern die eine von dieser, die andere von jener."

Wie, wenn kommende Jahrhunderte entdeckten, daß sich mit den Farben der Fixsterne auch die Lagen jener dunkeln Linien in den Spectren geändert haben? Vielleicht daß dereinst auf diesem Wege nicht nur der Zusammenhang der Farben mit dem Lichtprocesse der Sterne selbst außer Zweifel gestellt, sondern zugleich auch nähere Einblicke in die Natur, in die physische Beschaffenheit jener Weltkörper gewonnen werden.

Denn daß weder Licht noch Farbe der Fixsterne ewig dieselben bleiben, daß die Farbenpracht der gestirnten Himmelsdecke in der Folge der Jahrtausende nicht minder unaufhörlichem Wechsel unterworfen ist wie der Farbenschmuck unserer irdischen Pflanzendecke in der Folge der Jahreszeiten,

---

[129] Bedeutungsvoll ist hierbei die von Amici gemachte Entdeckung, daß selbst bei Sternen, die uns völlig gleiches weißes Licht zu haben scheinen, die dunkeln Linien ihrer Spectren verschieden sind! Kein Zweifel also, daß selbst dasjenige noch verschiedenartig ist, was uns völlig gleich zu sein scheint.

das ist schon jetzt durch das Wenige offenbar geworden, was sich uns bisher von diesem Farbenwechsel enthüllt hat.

Die Veränderungen der Sternfarben

haben die erste Ahnung in uns wachgerufen, daß auch jene „ewigen, nie alternden Wesen" des Stagiriten eine Entwickelung, eine Geschichte haben.

Stehen wir auch in der Erkenntniß des Farbenwechsels der Gestirne heute kaum da, wo die Zeit Halley's und Cassini's in der Erkenntniß ihrer Bewegungen stand, haben wir vorläufig auch nur aus der Vergleichung dessen, was wir heute am Himmel sehen, mit dem, was die Jahrtausende vor uns sahen, staunend wahrgenommen, daß die Farben einzelner Sterne sich geändert haben: schon hiermit hat sich auch in dieser Beziehung ein neues Leben in der Sternenwelt offenbart, von der Vorzeit noch weniger geahnt wie die ruhelose Bewegung der Himmelskörper. Natürlich aber, daß diese kosmischen Veränderungen sich nur in Zeiträumen vollziehen, gegen welche die geschichtliche Zeit eine verschwindende Größe ist; und ebenso natürlich, daß die in diese fallenden allmählichen Wechsel der Farben zunächst an jenen hellstrahlenden Sternen wahrgenommen wurden, auf deren Strahlenglanz das Auge der Jahrtausende vorzugsweise gerichtet war. Vielleicht noch manches Jahrhundert wird vergehen müssen, bevor diese Farbenwechsel auch nur im ähnlichen Umfange erkannt und mit ähnlicher Sicherheit festgestellt sein werden wie schon jetzt die Wechsel des Orts, den sie an der scheinbaren Himmelskugel einnehmen.

Gerade jener prachtvoll glänzende Stern, der Sirius, an den sich mit der alten Cultur des Nilthals die ältesten Erinnerungen der Menschheit knüpfen, er zuerst hat uns verrathen, daß auch die Sterne ihre Farben ändern, wie

er uns neuerdings wiederum die erste Kunde von jenen „dunkeln" Sonnen gebracht hat, die, von uns ungesehen, mit den hellleuchtenden vereint, gemeinsame Schwerpunkte umkreisen und vielleicht in irgendeiner Beziehung zum Farbenwechsel dieser stehen.[130]

Ptolemäus und das ganze Alterthum sahen den Sirius noch in rother Färbung strahlen, ja Seneca schildert ihn sogar röther als Mars, und heute glänzt er in blendender Weiße. Schon die Araber bezeichnen ihn nicht mehr als roth, sodaß sich der Wechsel seiner Farbe in den Jahrhunderten zwischen ihnen und Ptolemäus vollzogen zu haben scheint. So wenigstens vermuthet der „Kosmos". Aber würden die Araber, wäre er schon damals völlig weiß gewesen, diese auffallende Abweichung von der Angabe des Ptolemäus nicht ausdrücklich hervorgehoben haben, wie z. B. später Ulugh Beigh nicht unterlassen hat, besonders anzumerken, daß mehrere Sterne, deren Positionen im „Almagest" genau bestimmt sind, zu seiner Zeit am Himmel nicht wiederzu-

---

[130] An diese Wechselbeziehungen knüpfte Heß (Zeitschrift „Das Jahrhundert", 1857) die Vermuthung, der Sirius möchte deshalb den Alten roth erschienen sein, weil die von Bessel errechnete dunkle Schwestersonne desselben sich zu Ptolemäus' Zeit noch im letzten Stadium ihrer Leuchtkraft befunden habe, während sie jetzt, wo Sirius mit weißem Lichte leuchtet, erloschen, ein bereits erstarrter Weltkörper sei. Da sie nun inzwischen doch von Clark gesehen und später mehrfach beobachtet worden ist (vgl. S. 96), also noch heute leuchtend am Himmel steht (wenn auch allerdings mit sehr geringer Leuchtkraft, da ihre Helligkeit nach Chacornac mehrere hunderttausendmal von der des Sirius übertroffen wird, während ihre Masse nach Auwers die Hälfte der Siriusmasse erreicht), so wird zwar jene Vermuthung hiermit unhaltbar, immerhin aber wär die Grundidee derselben, „daß die Wechselbeziehungen beider Sonnen in einem Doppelsternsystem auf die Farbenwechsel Einfluß haben", wol eine jener Ahnungen, für welche spätere Beobachtungen die Bestätigung und zugleich die nähere Begründung zu bringen pflegen. (Vgl. Note 134 und 163.)

finden waren. Vielleicht also befand sich damals der Sirius noch in jener Uebergangsperiode zwischen roth und weiß, in der sich heute β in den Zwillingen zu befinden scheint. Zu Tycho's Zeit war er bereits entschieden weiß.

Eine ähnliche Umwandlung scheint sich jetzt mit der Farbe des Pollux zu vollziehen, den die Alten als den kleinern der beiden Zwillingssterne und als roth bezeichneten, während er heute den Castor an scheinbarer Größe übertrifft und, wie Sestini meint, „jedermann ihn jetzt für weiß erkennt". Auch andere Astronomen führen ihn als weiß auf. Ist dies nun auch noch nicht vollständig der Fall, schimmert er vielmehr immer noch in das Röthliche, so ist diese Färbung doch nur noch so unbedeutend, daß ihn die Alten heute schwerlich wegen seiner Röthe mit Antares, Aldebaran und Arctur zusammenstellen würden. Indeß auch der letztere scheint sich in unsern Tagen zu entfärben. Nach Schmidt's Beobachtungen ist seine Röthe gegenwärtig in Abnahme begriffen. „Auch mir will es so scheinen", fügt Mädler bestätigend hinzu, „nur fehlt es leider noch an den Mitteln, die Farbennuancen mit Sicherheit festzustellen."

Unzweifelhaft dagegen und kaum minder auffallend wie bei Sirius ist die Umwandlung der Farbe, die sich an der glänzenden Capella im Laufe der Jahrhunderte vollzogen hat und, wie es scheint, noch unter unsern Augen weiter vollzieht. Ptolomäus führt sie zwar nicht ausdrücklich als roth auf, da er sie indeß mit Mars zusammenstellt, läßt er keinen Zweifel, daß sie zu seiner Zeit in rothem Lichte glänzte.[131] So erschien sie auch später noch El-Fergani, der in der Mitte des 10. Jahrhunderts zu Racca (Aracte am Euphrat) be-

---

[131] In seinem astrologischen Werke *Τετράβιβλος σύνταξις*. Vgl. Kosmos, III, 205.

obachtete und Capella den **rothen** Sternen beizählt.[132] Ja noch Riccioli führt sie 1650 im „Almagestum novum“ neben Antares, Aldebaran und Arctur als **roth** auf, während sie der „Kosmos“ 1850 als gelb oder doch kaum röthlichgelb bezeichnet und heute, wie uns wenigstens scheinen will, ihre Färbung, wenn auch gelblich, doch dem Weiß näher liegt als dem Gelb. Gleichzeitig und wol im Zusammenhange mit diesem Farbenwechsel hat ihre Lichtstärke auffallend zugenommen. Früher schwächer als Wega, überstrahlt sie diese jetzt um eine halbe Größenklasse, sodaß sie Klöden treffend den Sirius unsers nördlichen Sternenhimmels nennt, namentlich für unsere Sommernächte, in denen uns die hellern Sterne des Südhimmels nicht sichtbar sind.

Während so bei der Capella mit dem Wachsen des Lichtsglanzes die Färbung heller geworden ist, scheint der merkwürdige Stern im Schiffe Argo (η Argûs)[133], gerade die entgegengesetzte Erscheinung darzubieten. In kurzer Zeit von einem Stern vierter bis zum Glanze erster Größe aufstrahlend, ist er gleichzeitig röther geworden. 1843 wurde er als röthlichgelb und 1850 von dunklerer Farbe als Mars bezeichnet, damals glänzender als Canopus und fast dem Sirius und später noch immer dem Canopus an Helligkeit gleichkommend.

Auch α Crucis scheint sich zu röthen.

Was nun bereits an diesen **hellstrahlenden** Sternen offenbar geworden ist, dürfen wir zweifeln, daß es mehr und mehr auch bei der großen Menge **geringerer Größe** erkannt werden wird? Denn sind jene im Laufe der Jahrtausende eingetretenen Veränderungen der Farbe als An-

---

[132] „Stellae ruffae“, sagt die alte lateinische Uebersetzung. Vgl. Kosmos, III, 171.

[133] Vgl. Note 152.

deutungen der fortschreitenden Entwickelung jener Weltkörper anzusehen, bezeichnen sie vielleicht verschiedene Altersstufen derselben, so müssen sie bei der unendlichen Zahl der gewiß in den verschiedensten Stadien ihrer individuellen Entwickelung befindlichen Welten in zahlloser Menge unaufhörlich am Sternenhimmel sichtbar sein; nur die Unzulänglichkeit unserer Sinne und Beobachtungsmittel sowie die Kürze der Zeit, seit welcher die Aufmerksamkeit der Menschen auf diese Erscheinung gerichtet ist, hat sie bisher noch nicht in größerer Anzahl wahrnehmen lassen. Am schnellsten wird dies vielleicht da geschehen, wo noch andere mitwirkende Ursachen schon in kürzern Zeiträumen Farbenwechsel hervorbringen: bei der Färbung der Doppelsterne. Könnte man sich, meint Arago, auf die Angaben in den Verzeichnissen von William Herschel und Struve vollkommen verlassen, so scheinen die Farben der vielfachen Sterne schon in wenigen Jahren große Veränderungen zu erleiden. Sterne, die William Herschel als gelb bezeichnet, sind gegenwärtig nach Struve orange und roth. Einige andere, die dem Astronomen von Slough vollkommen weiß schienen, sind den neuen Beobachtungen zufolge goldgelb, roth, grün oder sogar blaugrün, sodaß die Doppelsterne schon hiernach innerhalb vierzig Jahren ihre Farbe merklich geändert hätten.[134]

---

[134] Vgl. Arago's Werke, XI, 401. Nach Struve ist indessen die Uebereinstimmung zwischen seinen und William Herschel's Beobachtungen bei weitem größer, denn nur bei zwei Sternpaaren unter 98 hat er Veränderungen entdeckt, nämlich bei γ Leonis und γ Delphini, die Herschel um 1780 beide als aus zwei weißen Sternen bestehend anführt, während sie jetzt sehr schöne Farben zeigen (γ Leonis goldgelb und purpurfarbig, γ Delphini goldgelb und blaugrün). Aber auch diese Veränderung zweifelt Mädler noch an. „Allerdings“, sagt er, „ist es auffallend, daß Herschel, dessen Teleskopspiegel allen Sternen ein leichtes Roth mittheilte, gerade diese so auffallend rothgelben Sterne mit ihren

Indeß stehen wir schon in der sichern Bestimmung der Sternfarben überhaupt noch in den ersten Anfängen, um so mehr noch in der Feststellung ihrer Veränderungen. An eine auf Beobachtung beruhende Erkenntniß des ursachlichen Zusammenhangs dieser Erscheinungen ist daher noch gar nicht zu denken. Erst eine späte Nachwelt wird nähern Aufschluß darüber gewinnen, ob etwa, wie Arago (Werke, XI, 399) andeutet, „die grünen oder blauen Sterne verlöschende Sonnen sind; ob nicht vielleicht die Farbenunterschiede Grade der Verbrennung andeuten; ob nicht die Färbung mit Vorherrschen der brechbarsten Strahlen, wie sie der kleinere Stern so häufig zeigt, vielleicht von der absorbirenden Kraft einer Atmosphäre herrühren, welche die Wirkung des meist hellern Hauptsterns hervorriefe; oder welche andere Ursachen diese Farben und deren Veränderung bewirken. Beim Studium dieser Erscheinung verläßt uns der Faden der Analogie; denn sicherlich müßte man dabei die gegenseitige Einwirkung in Betracht ziehen, welche zwei ungleich leuchtende Sonnen von unbekannter physikalischer Beschaffenheit aufeinander ausüben. Nun haben aber durch die Experimente der Physiker nur die Beziehungen der Sonnenstrahlen zu terrestrischen Stoffen untersucht werden können, und überdies nur bei wenig erhöhten Temperaturen. Es wäre hiernach nicht unmöglich, daß die Beobachter bei dieser Frage über die Farben der Doppelsterne noch

---

bläulichen Begleitern weiß gesehen haben sollte; allein eine einmalige einfache Tagebuchsnotiz kann doch wol nicht definitiv entscheiden." Nachdem jedoch Goldschmidt σ Persei, der 1854 noch roth war, durch gelb in weiß übergehen sah, und Piazzi-Smyth entdeckte, daß in 95 Herculis jetzt beide Sterne gleichmäßig weiß leuchten, während bisher der eine apfelgrün, der andere kirschroth erschien, dürften Mädler's Bedenken erledigt sein, und schon die nächsten Zeiten mehr und mehr von diesen wohlperiodischen Farbenwechseln der Doppelsterne gewahr werden. (Vgl. Heis, Wochenschrift, 1864, S. 96 und 297.)

lange Zeit auf das bloße Einsammeln von Thatsachen beschränkt blieben, und daß erst unsere Urenkel die Befriedigung haben werden, dieselben mit physikalischen Gesetzen in Zusammenhang bringen zu können. Liegt aber nicht", so schließt der große Astronom und Physiker, „hierin Veranlassung zu doppelter Anstrengung und zu doppeltem Eifer?"

Diese Mahnung hat die Astronomie nicht überhört, hat wenigstens begonnen, auch jenen Erscheinungen ihre Aufmerksamkeit in erhöhtem Maße zuzuwenden.[135] Die Be-

[135] Zunächst wenigstens in Betreff der Lichtveränderungen der Fixsterne (vgl. Note 149).

Die Farbenwechsel scheinen freilich noch nicht in gleichem Grade Gegenstand umfassender Beobachtungen geworden zu sein. Bei dem Mangel der zu diesem Behufe erst noch zu erfindenden Werkzeuge der Beobachtung ist eine sichere Feststellung derselben für jetzt auch wol noch nicht erreichbar. Und doch, wie unumgänglich ist nicht auch diese Feststellung! Denn welche Fragen knüpfen sich nicht an die Ergründung der Licht- und Farbenverhältnisse der Weltkörper! Nichtsdestoweniger wollten die Astronomen noch vor kurzem derartige Beobachtungen, wie z. B. Lamont sagt: „Liebhabern der Sternkunde als eine höchst nützliche Beschäftigung" überweisen, da, wie Littrow hinzufügt: „die Astronomen vom Fach ihre höchst kostbaren Instrumente zu andern dringendern Untersuchungen benutzen müssen". Zur Zeit Lalande's, von welchem diese seitdem in fast allen astronomischen Handbüchern wiederkehrende Bemerkung auszugehen scheint, mochte es gerechtfertigt sein, wenn er sagte: „Die Veränderungen der Sterne sind der Aufsamkeit fleißiger Beobachter würdig. Vielleicht wird eine Zeit kommen, wo die Wissenschaften genug Liebhaber haben, um auch diese Einzelheiten gehörig beachten zu können." Aber schon John Herschel fügte hinzu: „sicher ist diese Zeit nun gekommen", und zwar, wie wir unsererseits glauben möchten, nicht blos für Liebhaber der Sternkunde, sondern für die Heroen der Fachwissenschaft selbst. In der That, es will uns bedünken, daß das Leben dessen nicht verloren sein werde, der es daransetzt, wie einst Hipparch, „mit selbsterdachten Werkzeugen" den Licht- und Farbenzustand des Firmaments festzustellen und der Nachwelt wie zur Erbschaft zu hinterlassen, um ihr so die Möglichkeit zu gewähren, auf Grund dieses Thatbestandes tiefere Einblicke in

wegungserscheinungen der Himmelskörper, „die Mechanik des Himmels", sie gelten nicht mehr als die alleinige Aufgabe der astronomischen Wissenschaft. Und das mit Recht. Denn wenn wir auch von der mathematischen Seite her eingedrungen sind in die himmlische Sphäre des Kosmos, wenn wir auch auf diesem Wege die ersten Einblicke in den Wunderbau des Himmels erlangt haben, so sind dies doch eben nur die allerersten Einblicke; nur die Umrisse, nur die äußerlichen Seiten der Erscheinungen sind mit ihnen erkannt, und auch diese wieder nur in einer Beziehung: in Betreff des Gesetzlichen der Bewegungserscheinungen. Der letzte eigentliche Grund dieser wie die Natur jener Weltkörper überhaupt, es sind noch immer ungelöste Räthsel.

Der nunmehr offenbar gewordene Licht- und Farbenwechsel der Gestirne wird uns nun auch Einblicke in die physische Beschaffenheit derselben möglich machen und uns hiermit dereinst vielleicht auch der Erkenntniß des wahren Grundes der Gravitation näher führen.[136] Einmal

---

die Natur der Erscheinungen zu erlangen. Die hieraus hervorgehende Einsicht in den Zusammenhang der Erscheinungen sowie die hiermit in Wechselbeziehung stehende Erweiterung der Weltanschauung überhaupt dürfte auch durch die kostbarsten Instrumente nicht zu theuer erkauft sein. Wenn die geeigneten nur erst gefunden wären! Doch dürfen wir zweifeln, daß schon die nächsten Zeiten sie bringen und uns hiermit der Lösung jener Fragen näher führen werden, vor welche wir gestellt sind?

Ist vielleicht mit dem Astrometer und Colorimeter, deren Beschreibung Zöllner's „Grundzüge der Photometrie" vor wenigen Jahren brachten, bereits ein Anfang hierzu gewonnen?

Nach den neuesten Vervollkommnungen dieser Instrumente scheint dies in der That schon der Fall. (Vgl. Note 143.)

[136] So lange die elementarsten Naturkräfte, die physikalischen, noch nicht in ihrem Zusammenhang erkannt waren, konnte die physische Ursache der Gravitation kaum geahnt, viel weniger der Versuch gemacht werden, diese universelle Thatsache, wonach alle Körper sich „anzuziehen" scheinen im geraden Verhältniß zu ihrer Masse und im umgekehrten zu

in unsern Gesichtskreis getreten, müssen diese Erscheinungen nunmehr erforscht, muß zunächst wenigstens das Gesetzliche

---

den Quadraten ihrer gegenseitigen Entfernung, in ihrem ursachlichen Zusammenhang mit den physikalischen, chemischen und organischen Gesetzen zu erforschen. Der Zusammenhang der physikalischen Bewegungserscheinungen, Wärme, Licht, Elektricität und Magnetismus, unter sich und mit den mechanischen, ihre wechselseitige Hervorrufung sowie das Princip der Aequivalenz für jede scheinbar verloren gegangene Kraft durch den Gewinn einer andern, neuerstehenden, und umgekehrt, Aequivalenz für jede scheinbar neuerstehende Kraft durch den Verlust einer andern, ein Princip, welches man das Gesetz der Erhaltung der Kraft nennt: alles das sind Errungenschaften neuern Datums. Erst seit wenigen Jahren beschäftigen sich die ersten Naturforscher unserer Zeit mit ihrer Begründung. Erst in neuester Zeit wagte man es, die seit zwei Jahrhunderten sanctionirte Newton'sche Formel der allgemeinen Schwerkraft einer Kritik zu unterwerfen.

Wird diese nun auch von der astronomischen Fachwissenschaft noch immer mehr oder weniger zurückgewiesen, erklären auch noch heute die ersten Astronomen: „Es ist für die Astronomie ganz gleichgültig, ob und welche sinnliche Vorstellung wir uns von den bewegenden Kräften machen; die Entwickelung der Gesetze dieser Bewegungen hängt gar nicht von den metaphysischen Ideen ab, die man sich über die Attraction u. s. w. gebildet hat"; oder: „Wir werden uns nicht bei der Untersuchung aufhalten, was diese Kraft der Himmelskörper, mit welcher sie alle andern Körper anziehen, eigentlich sei oder woher sie komme. Die Metaphysiker, die sich so gern mit Fragen dieser Art beschäftigen, mögen sie beantworten, wenn sie können", so will uns doch scheinen, als sei der gegenwärtige Beruf der Astronomie umfassender, das Ziel ein höheres geworden; als sei es bei dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft eine unabweisbare Aufgabe für die Astronomie, Physik und Chemie zugleich, durch zusammenwirkende empirische Forschungen auf die Spur der geheimnißvollen Ursache dessen zu verhelfen, was als Gravitation zur Erscheinung kommt. Wir zweifeln daher auch nicht, daß dies geschehen und daß gerade die Feststellung der Licht- und Farbenwechsel der Gestirne und die Ergründung der Natur dieser Erscheinung, die sicher mit dem unbekannten X, das wir Schwere nennen, in nächster Wechselbeziehung steht, jene Einblicke gewähren wird, auf die wir oben hingedeutet haben.

Nach den bereits vorliegenden Bestrebungen dürfen wir auch hoffen, daß dies in immer größerm Maße geschehen wird. Nicht die Specu-

derselben in ähnlicher Weise erkannt werden, wie dies in Betreff der Bewegungen schon gelungen ist. Damit ist die Aufgabe der Astronomie eine umfassendere geworden; sie hat aufgehört, Astronomie im engern Sinne des Worts, Lehre von den Bewegungsgesetzen der Weltkörper zu sein; hat begonnen, die physische Beschaffenheit der Himmelskörper dem „mythischen Theile" der Astronomie zu entrücken. Neben der „Mechanik" ist die „Physik des Himmels" in den Vordergrund getreten. Die große Entdeckung unserer Tage, die Spectralanalyse, hat diesen Umschwung in kaum geahntem Umfange herbeigeführt, hat selbst die unnahbaren Himmelskörper der chemischen Forschung zugänglich gemacht, und mit den neuesten Fortschritten der Astrophotometrie tritt nunmehr ein neuer Zweig der Astronomie, tritt die „Astrophysik" in voller Selbständigkeit hervor.[137] Mit der Astronomie vereint streben bereits Che-

---

lation der Metaphysiker, wohl aber die Beobachtungen und Forschungen der Astronomen und Physiker werden den Schleier lüften, der auf dem unbegreiflichen Wunder der Schwerkraft ruht, und gerade die Erforschung der Licht- und Farbenwechsel der Gestirne wird nicht wenig hierzu beitragen. Ist doch jetzt schon der enge Zusammenhang von Licht und Schwere kaum noch zweifelhaft!

[137] In welchem Umfange dies bereits der Fall ist, das lehrt das soeben erschienene Werk: „Photometrische Untersuchungen mit besonderer Rücksicht auf die physische Beschaffenheit der Himmelskörper", von Dr. J. C. F. Zöllner (Leipzig 1865), dessen bezeichnende Schlußworte also lauten: „Sowol die heutige Entwickelungsphase der Astronomie als auch das täglich sich steigernde Interesse für die Anwendung rein physikalischer Methoden auf astronomische Objecte scheinen anzudeuten, daß bereits gegenwärtig alle Elemente zur Bildung eines neuen Theils der Astronomie vorhanden sind. Derselbe dürfte vielleicht nicht unpassend mit dem Namen «Astrophysik» belegt werden, zum Unterschiede von dem bisher in Deutschland allgemein als «physische Astronomie» bezeichneten Theile. War es die Aufgabe der letztern, unter Voraussetzung der Allgemeinheit einer Eigenschaft der Materie (der Gravitation), alle Ortsveränderungen der Gestirne zu erklären, so wird

mie und Physik mit Hülfe der Licht- und Farbenerscheinungen der Gestirne dem stofflichen Inhalt derselben und den Vorgängen an ihrer Oberfläche mehr und mehr auf die Spur zu kommen und hieraus wiederum eine Erklärung für jene zu gewinnen. So erfüllt sich nunmehr, was schon vor Decennien unabweisbar erschien (vgl. Note 11), ja schon vor Jahrhunderten. Schon dem ahnungsvollen Geiste eines Kepler schwebte diese andere, höhere Aufgabe der Astronomie vor, als er an Longomontanus schrieb: „Ich glaube, daß Astronomie und Physik so genau miteinander verknüpft sind, daß keine ohne die andere weiter kommen kann.“ [138]

Freilich wird es nicht weniger Jahrhunderte bedürfen, bevor aus den Veränderungen von Licht und Farbe der Gestirne in Verbindung mit dem, was alsdann von der Beschaffenheit der uns nähern Himmelskörper, der Glieder unsers Planetensystems und ihres Lichtquells, Sonne [139],

---

es die Aufgabe der Astrophysik sein, unter Voraussetzung der Allgemeinheit mehrerer Eigenschaften der Materie, alle übrigen Unterschiede und Veränderungen der Himmelskörper zu erklären.

„Mit Rücksicht auf die Natur der hierbei anzuwendenden Methoden läßt sich die Astrophysik auch als eine Vereinigung der Physik und Chemie mit der Astronomie betrachten, und sie erscheint von diesem Gesichtspunkt aus als das nothwendige Resultat einer allgemeinern Entwickelung, welche beim stetigen Fortschritt der Wissenschaften bereits auch auf andern Gebieten ähnliche Verschmelzungen ursprünglich getrennter Disciplinen zu einer höhern und allgemeinern Einheit herbeigeführt hat.“ (Vgl. Anhang 3, 4 und 5.)

[138] Vgl. Kosmos, II, 354.

[139] Von ihr, von unserm Fixstern, dürfen wir die nächsten Aufschlüsse erwarten. Sie ist denn auch neuerdings Gegenstand eifrigster Beobachtung und Forschung geworden. Gerade die Bestrebungen unserer Tage, Einblicke zu gewinnen in die Natur und Beschaffenheit dieses unsers Lichtquells, bringen uns lebhaft zur Anschauung, in welchem

und vor allem im Zusammenhange mit dem, was dann auf unserm eigenen Planeten mit Hülfe aller Wissenschaften erforscht und erkannt sein wird, dereinst möglich werden dürfte, zuverlässigere Schlüsse auf die physische Be-

---

Umfange die Mahnung Kepler's bereits in Erfüllung gegangen ist, wie enge schon Astronomie und Physik miteinander verbunden sind.

Die letzte Astronomenversammlung in Leipzig ist soeben (Ende August 1865) dem Wunsche Spörer's beigetreten: „daß unter südlichem, den Beobachtungen günstigem Himmel eine Sonnenwarte errichtet werde, auf welcher die Thätigkeit ausschließlich der Sonne zugewendet werden soll". Hier sollen dann die Erscheinungen und Veränderungen an der Sonnenscheibe während ihrer Sichtbarkeit ununterbrochen beobachtet und in ihrem Verlaufe verfolgt werden, sowol zur Ermittelung der Natur der Sonnenflecke und Sonnenfackeln als auch zur Fixirung der Rotationselemente; hier sollen thermo-elektrische und photometrische Apparate in Anwendung gebracht und namentlich auch Experimente und Beobachtungen im Gebiete der Spectralanalyse angestellt werden. Zu welchen Hoffnungen die letztern aber berechtigen, darüber vergleiche Anhang 3.

Hiermit wären wir denn auch der Erfüllung dessen näher gekommen, was der „Kosmos" schon vor funfzehn Jahren als nothwendig bezeichnete:

„Die Bedeutung und der Zusammenhang so wechselnder Erscheinungen, wie sie die Sonnenoberfläche darbietet, werden sich dann erst dem forschenden Physiker in ihrer ganzen Wichtigkeit enthüllen, wenn einst unter der vielmonatlichen Heiterkeit des Tropenhimmels mit Hülfe mechanischer Uhrbewegung und photographischer Apparate eine ununterbrochene Reihe von Darstellungen der Sonnenflecken erlangt werden kann." (Kosmos, III, 405.)

Wenn es nun heute nicht die Physiker, wenn es die Astronomen sind, welche jenen großartigen Feldzug gegen die Sonne nach einem festen Plane beschlossen haben, was könnte uns mehr die enge Verbindung bekunden, in welcher Physik und Astronomie bereits miteinander stehen?

Ob wol heute noch Delambre diese Sonnenbeobachtungen „plus curieuses que vraiment utiles" nennen, ob er wol heute noch meinen würde, die Astronomen schreckten vor der Schwierigkeit zurück: „d'ajouter aux connaissances acquises, quoique ces connaissances soient assez imparfaites?" Was haben sie nicht schon seitdem unserer Kenntniß von der Beschaffenheit der Sonne hinzugefügt! (Vgl. Anhang 1.)

schaffenheit jener vielfarbigen Sonnen abzuleiten. Wie aber einst Hipparch der Nachwelt den Himmel gleichsam zur Erbschaft hinterließ, so wird auch die Gegenwart ihre Pflicht erfüllen, wird sich die Werkzeuge schaffen, die ihr möglich machen, den Licht- und Farbenzustand der Fixsternwelt kommenden Geschlechtern treulich zu überliefern, und diese werden dann erkennen, was uns die wenigen bisher wahrgenommenen Erscheinungen für jetzt nur ahnen lassen: daß auch in jenen Räumen das Gesetz gilt, auf dem unser ganzes Erdenleben beruht, das Gesetz der Metamorphose, daß auch die „ewigen unveränderlichen" Sterne sich in unaufhörlicher Umbildung befinden, daß auch sie eine Entwickelung, eine Geschichte haben.

Denn umzuschaffen das Geschaffne,
Damit sich's nicht zum Starren waffne,
Wirkt ewiges, lebendiges Thun.
Und was nicht war, nun will es werden
Zu reinen Sonnen, farbigen Erden,
In keinem Falle darf es ruhn. (Goethe.)

Jahrtausende hindurch fortgesetzte Beobachtungen des Glanz- und Farbenwechsels der Gestirne und der Aufeinanderfolge dieser Veränderungen bei den einzelnen werden mehr und mehr von der Entwickelungsgeschichte der Himmelskörper erkennen lassen, ähnlich wie uns heute schon die übereinandergelagerten Schichten der Erdrinde die Geschichte der Erde erzählen. Was wir mit dem „Kosmos" schon heute von diesen sagen dürfen: „ihre Form ist ihre Geschichte", das wird die Zukunft einst von jenen wissen: ihre Farbe ist ihre Geschichte. Dann erst wird die großartige Schönheit und das Treffende jenes Vergleichs von Carus [140] über jede Anfechtung erhaben scheinen; und was dem Einzelnen und der einzelnen Zeit nicht vergönnt war, das Geistesauge der Menschheit wird es

---

[140] Vgl. S. 43 und Anhang 5.

schauen. Zurückblickend auf die Beobachtungen und Erfahrungen der Jahrtausende, wird es die zahllosen, im Weltäther schwebenden Zellen des Allorganismus sich haben färben und entfärben sehen wie die im Plasma rotirenden unzähligen Blutkügelchen unsers eigenen Körpers.

Schneller vielleicht noch als die Farbenwechsel werden jene andern Erscheinungen, welche der wechselnde Lichtglanz der Gestirne darbietet, solcher Anschauung Halt und Begründung geben. Ja sie haben es schon.

Die verschiedene Helligkeit (scheinbare Größe) der Fixsterne.

Der so überaus verschiedene Lichtglanz, die strahlende Pracht der hellern, die wie flammende Herolde hervorleuchten aus dem Lichtgeflimmer des Sternenheeres, hat vielleicht am frühesten die Aufmerksamkeit der Erdbewohner in Anspruch genommen, freilich in anderer Art als heute. Schon in einer Zeit, in welche sichere historische Nachrichten nicht mehr zurückreichen, sind bereits einzelne der glänzendsten und durch ihre Stellung in scheinbarer Beziehung stehenden Sterne des Firmaments aus der Menge der übrigen ausgesondert, benannt und zu Gruppen und Bildern vereint worden: die ersten Versuche der Menschen, sich am Himmel zurechtzufinden und zunächst wenigstens nach dem Augenschein zu ordnen, was sich dort den Blicken darbot. Noch heute ist die Himmelskunde der auf den niedern Stufen der Cultur stehenden Völker über dieses erste Stadium der Fixsternkunde oder vielmehr über diese Vorstufe derselben nicht hinausgekommen. Nur einzelne Sternnamen deuten bei ihnen an, daß sie wenigstens begonnen haben, ihre Aufmerksamkeit dem Himmel zuzuwenden, wie z. B. bei jenen wilden Völkerschaften, welche die dichten Waldgegenden des obern Orinoco und Atabapo bewohnen, bei denen Alexan-

der von Humboldt schon eigenthümliche Benennungen für Canopus, Achernar, die Füße des Centauren und α des Südlichen Kreuzes vorfand. In ähnlicher Weise treffen wir bei allen jenen Völkerschaften, aus deren Wechselverkehr sich unsere abendländische Cultur allmählich auferbaut hat, schon in jener Zeit, in welcher sie zuerst in das Licht der Geschichte eintreten, derartige Benennungen bereits an; ja ein und dieselben Namen von Sternen und Gruppen sind schon damals vielen dieser Völker gemeinsam, wie als sollte uns am Himmel selbst ein Widerschein jener frühen Wechselbeziehungen und Culturmischungen aufbewahrt bleiben, die schon in vorhistorischer Zeit stattgefunden haben. In der geschichtlichen läßt sich diese Culturdurchdringung in der That noch heute am Himmel verfolgen, läßt sich zum großen Theil noch nachweisen, wie die verschiedenen Sternbilder der Völker sich ineinander verwebt haben, wie die der einen von den andern aufgenommen und umgestaltet sind, und wie sich so allmählich der ganze Himmel mit Sternbildern bedeckt und endlich jene bunt zusammengesetzte Himmelssphäre sich gebildet hat, die uns heute auf unsern Globen und Karten entgegentritt und durch die vielsprachigen Namen der Sterne und Sternbilder — ein treues Spiegelbild der Völker und Culturmischung im Verlaufe des großen geschichtlichen Entwickelungsprocesses — uns die Völker und Zeiten in Erinnerung bringt, die in der Folge der Jahrtausende mitgearbeitet haben an dieser Anordnung des Sternenhimmels wie an der Cultur der Gegenwart. Im folgenden Abschnitt werden wir näher hierauf eingehen. Hier sollte nur vorläufig darauf hingedeutet werden, daß die Geschichte der Menschheit in Sternenschrift geschrieben steht am Firmament.

Jene gewaltige Epoche um die Mitte des Jahrtausend vor Christus, auf die wir so oft schon hingewiesen haben,

war es, in welcher sich zuerst diese einheitliche Anordnung des Sternenhimmels zu vollziehen begann; und das bewegende Element, die treibende und gestaltende Kraft in diesem großen, noch heute am Himmel widerleuchtenden Welteinigungsproceß, es war das Volk der Griechen.

Als sich damals (während der Blütezeit der griechischen Philosophie) jene Anordnung des Sternenhimmels vollendet hatte, als die Himmelssphäre der Griechen die Sternbilder der alten Völker in sich aufgenommen und mit den heimischen Sagen verschmolzen, als sie sich mit den Kreisen der Eintheilung bedeckt hatte, und als nun in der Alexandrinischen Zeit an Stelle der frühern Bezeichnung der Sterne nach ihrer Stellung in den Bildern die genauere Positionsbestimmung derselben nach ihren Abständen von den Kreisen der Himmelskugel (nach gerader Aufsteigung und Abweichung nach Länge und Breite) getreten, als mit einem Worte die Astronomie der alten Völker durch griechischen Genius zur Wissenschaft erhoben war, da trat nun auch das Bedürfniß hervor, mit den Ortsbestimmungen der Gestirne zugleich die Glanzverhältnisse derselben näher festzustellen, sie nach ihrer scheinbaren Größe zu reihen und zu ordnen.

Unbefangen dem Augenscheine trauend, nahm man die Stärke ihres Lichtglanzes für den Ausdruck ihrer wirklichen Größe; noch ohne Ahnung von seiner Veränderlichkeit, glaubte man ihn ebenso „unwandelbar" wie die dem Himmelsgewölbe eingehefteten Sterne selbst.

Hipparch, der erste, der es unternahm, die Positionen der dem bloßen Auge sichtbaren Sterne durch Messung zu bestimmen, er hat auch schon das gesammte Sternenheer nach der scheinbaren Größe in jene sechs Klassen gereiht, die noch heute die Grundlage dieser Eintheilung bilden. 1022 Sterne sind in dem berühmten Hipparch-Ptolemäischen Fixstern-

katalog nicht blos nach ihren Oertern bestimmt, sondern auch nach Größenklassen geordnet (vgl. S. 48).

Ob aber Hipparch der Urheber dieser Eintheilung war, ob die Größenbestimmungen nicht ähnlich wie die Ortsbestimmungen zum Theil wenigstens schon den ersten Beobachtern der Alexandrinischen Zeit, dem Timocharis und Aristyllus, angehören, ja ob die Anfänge derselben nicht vielleicht auf die alten Himmelsbeobachter am Euphrat und Nil zurückführen, muß bei dem gegenwärtigen Stande der Forschung noch dahingestellt bleiben. Zur Zeit des Eudoxus (380 v. Chr.) werden zwar die Sterne, soweit wir aus der Copie seiner „φαινόμενα", aus den „Sternerscheinungen" des Aratus schließen können, schon nach ihrer größern oder geringern Helligkeit bezeichnet, eine Eintheilung in Größenklassen aber war damals den Griechen noch ebenso wenig bekannt wie eine Bestimmung der Sternörter nach Rectascension und Declination oder nach Länge und Breite. Mag auch manches hiervon bei den alten Völkern schon vorhanden gewesen sein, erst in der Alexandrinischen Zeit hat auch diese Eintheilung wissenschaftliche Gestalt gewonnen, eine Gestalt, die sie im wesentlichen behalten hat, solange die Beobachtung auf das bloße Auge beschränkt war.[141] Daß während

---

[141] Erst am Ende des Mittelalters und mit dem Beginn der Neuzeit treffen wir auf neue vollständige Sternverzeichnisse. Inder, Araber, Perser und Mongolen hatten das astronomische Wissen der Griechen bei sich aufgenommen, gehegt und gepflegt, aber wie vieles sie auch durch ihre Beobachtungen, Planetentafeln u. s. w. zu den künftigen Fortschritten der Astronomie beigetragen haben, das Sternverzeichniß des Almagest blieb die Grundlage ihrer Astrognosie. Erst der letzte in jener Reihe, der Mongolenfürst Ulugh-Beigh, der Enkel Timur's (Timur-Lenk, Tamerlan), mit welchem die glänzende Periode der arabischen Astronomie schließt, hat diesen Abschluß nicht blos durch seine berühmten Planetentafeln, sondern auch durch ein neues, auf eigene Beobachtungen gegründetes Sternverzeichniß gekrönt. Noch

dieser ganzen Zeit von den dem bloßen Auge sichtbaren 4 bis 5000 Sternen kaum der fünfte Theil verzeichnet

---

einmal erhob sich hier die Astronomie des Orients zu hoher Blüte in jenem berühmten Gymnasium zu Samarkand, das am Ende dieser Periode kaum minder glänzt wie das Alexandrinische Museum an deren Beginn. 1019 auf das Jahr 1437 reducirte Sternpositionen waren in diesem neuen Katalog durch eigene Beobachtungen bestimmt, die schon damals ergaben, was freilich noch nicht erkannt wurde, daß am Himmel nicht mehr alles genau eben so war, wie einst zur Zeit der Alexandriner.

Damit hatte der Orient vorläufig seine Aufgabe erfüllt. Die astronomischen Kenntnisse, die er von den Griechen überkommen, strömten auf vielfachen Wegen, insbesondere durch Spanien, in den Occident zurück. Europa trat an die Spitze des Culturreigens, die Astronomie vor allem erhob sich zu nie gesehenem Flor. Durch Peurbach und Regiomontanus werden die Grundlagen derselben gelegt; durch Kopernicus wird sie in neue Bahnen gelenkt und hiermit in den Geistern der italienischen Naturphilosophen jene Fülle von Ahnungen angeregt, die sich in Bruno's Kopf wie zusammengedrängt finden, sofort aber auch das Bedürfniß hervortreten lassen, die *Erscheinungen des Himmels* nicht minder wie die irdischen *vor allem durch Beobachtung feststellen* und damit eine sichere Grundlage zur Lösung der neuen Aufgaben zu gewinnen, die nunmehr der Menschheit gestellt waren. *Der Himmel selbst lenkte hierauf hin* durch jene wunderbaren Sternerscheinungen, welche dem Hipparch jener Zeit zur Aufstellung eines neuen Sternverzeichnisses Veranlassung gaben, da, wie Tycho selbst sagt, gerade die Messungen des neuen Sterns ihn die Unvollständigkeit und Ungenauigkeit des Hipparch'schen Verzeichnisses erkennen ließen. Hiermit wurde Tycho der große Reformator der Beobachtungskunst. Es entstand die Uranienburg auf jener kleinen Sundinsel nicht weit von Kopenhagen. Was einst dem Alterthum Alexandria gewesen, mit den großen metallenen Kreisen und andern mächtigen Apparaten, das erneuerte sich hier in jener Sternenburg, auf welcher mit Instrumenten von bis dahin ungekannter Genauigkeit nach einem großartigen Plane regelmäßige Messungen der Ortsveränderungen der Sonne, des Mondes und anderer Planeten angestellt und jener Schatz von Beobachtungen gesammelt wurde, aus denen Kepler's Geist die Gesetze des Himmels enträthseln sollte.

Hier entstand denn auch jener *neue*, 1000 Sterne umfassende

und nach Größenklassen geordnet war, daß namentlich von der großen Menge der schwächern Sterne fünfter und sechster Klasse zunächst nur ein kleiner Theil aufgenommen war, und daß auch für die hellern die Größenbestimmungen bei dem Mangel aller sichern Schätzungsmethoden unsicher und abweichend waren, erklärt sich von selbst. Die herrschende dogmatische Ansicht von der Unveränderlichkeit des Fixsternhimmels hatte das Bedürfniß genauer Größenbestimmungen noch nicht hervortreten lassen. Das Ungenügende der weiten Spielraum lassenden Klasseneintheilung fühlte freilich schon

---

Sternkatalog, der an Genauigkeit alles übertraf, was bis dahin geleistet worden war; zugleich der letzte vor Erfindung des Fernrohrs.

Später hat zwar noch einmal Hevel mit Verschmähung des Fernrohrs ein Sternverzeichniß für das Jahr 1660 aufgestellt, das 1564 Sternpositionen enthält; schon aber war durch jene große Erfindung und durch die Vereinigung des Fernrohrs mit den Meßinstrumenten eine neue Periode der Beobachtungskunst angebrochen, und es beginnt nunmehr mit Halley, dem ersten Verzeichner der südlichen Sterne, jene lange Reihe von Sternkatalogen, von dem berühmten, schon 3000 Sternörter umfassenden Flamsteed'schen Sternverzeichnisse an, dessen Vergleichung mit dem Hipparch'schen der Menschheit die erste Kunde von den Fixsternbewegungen brachte, bis herab zu Bessel's und Argelander's Zonen und zu des letztern allgemeinem Sternverzeichnisse, die mit fortschreitender Genauigkeit der Instrumente immer genauer werdend, schon Hunderttausende von Fixsternpositionen enthalten und die Erkenntniß der ruhelosen Bewegung der gesammten Fixsternwelt erst möglich gemacht haben. Namentlich wird der soeben vollendete Katalog von Schjellerup nicht wenig hierzu beitragen, welcher die Positionen von 10000 Sternen siebenter bis zehnter Größe, auf die Epoche von 1865·0 reducirt, umfaßt, von denen die meisten schon in den ältern Sternverzeichnissen von Lalande (das für 1800 gilt) und Bessel-Weiße (für 1825) enthalten sind, sodaß die Vergleichung derselben werthvolle Aufschlüsse über die Eigenbewegungen der Fixsterne verspricht.

Wird nun die Zeit allzu fern sein, wo Licht und Farbe des Sternenheers in gleichumfassender Weise festgestellt und hiermit die Möglichkeit gewonnen sein wird, auch von den unaufhörlichen Veränderungen dieser in größerm Umfange als bisher sichere Kunde zu erhalten?

Ptolemäus, indem schon er größere und kleinere Sterne in den einzelnen Klassen unterscheidet. Die Araber theilten später diese Klassen wieder eine jede in drei Unterabtheilungen; so der Katalog von Ulugh Beigh, und auch Tycho deutet diese Unterabtheilungen an. Alle diese Eintheilungen aber blieben nichts als ungefähre Schätzungen, selbst die Grenzen zwischen den verschiedenen Klassen blieben unbestimmt, sodaß z. B. noch Kepler von den 1022 Sternen des Hipparch 58 zur zweiten Größe, 218 zur dritten und 499 zur vierten rechnet (vgl. S. 49).

Um diese Zeit aber gab jene merkwürdige Reihe wunderbarer Himmelserscheinungen, wie das Aufflammen und Erlöschen neuer Sterne, die Wahrnehmung der Lichtveränderungen u. s. w., Anregung zu Lichtvergleichungen und hiermit zur Geburt der Photometrie[142],

---

[142] Schon das Bedürfniß, die neuerschienenen Sterne in der Zunahme und Abnahme ihres Lichts mit dem Glanze anderer Sterne zu vergleichen, reizte Tycho und Kepler zu photometrischen Betrachtungen. Die spätern anhaltenden Beobachtungen der wunderbaren Lichtwechsel von Mira Ceti gaben weitere Anregung und führten mit den Versuchen, die Lichtstärke der Sonne gegenüber derjenigen der Fixsterne zu ermitteln, durch Auzout und Huygens zur Geburt der Photometrie. Durch Bougner und Lambert gewann dieselbe wissenschaftliche Gestalt und erhielt durch William Herschel, Rumford und Wollaston bis herab zu Steinheil, John Herschel und Arago ihre weitere Ausbildung, ohne freilich, wie kein Geringerer als John Herschel selbst sagt, bisjetzt über die Jahre der Kindheit hinausgekommen zu sein. Noch immer bildet sie „ein Desideratum der Astronomie", so verschieden auch die Methoden und Mittel waren, durch welche man zu sichern Lichtmessungen zu gelangen suchte. Bald war es die Vergleichung der Sterne mit dem Schatten künstlicher, in Zahl und Entfernung verschiedener Lichter, bald die Vergleichung mit künstlichen, durch Reflex auf Glaskugeln gebildeten Sternen, bald wandte man Plangläser von verschiedener Dicke oder Farbe an, durch die man das Licht der Sterne gehen ließ. Dann suchte man wieder zwei Sterne durch zwei dicht nebeneinandergestellte Spiegelteleskope von völlig gleicher Beschaffenheit zu vergleichen, indem

während zugleich die Erfindung des Fernrohrs die unübersehbare Sternenmenge dem Blicke enthüllte, die Jahrtausende hindurch dem menschlichen Auge verborgen geblieben waren. Nunmehr erst wurde es ausführbar, die Sterne der fünften und sechsten Klasse vollständig zu bestimmen, und zugleich unumgänglich, die neuerschlossene teleskopische Sternenwelt gleicher Reihung und Eintheilung zu unterwerfen. Astronomen, sagt John Herschel, welche an den Gebrauch mächtiger, raumdurchdringender Fernröhre gewöhnt sind,

---

man durch vorgeschobene Pappringe von beliebigen Oeffnungen die von dem größern Stern eindringende Lichtmenge so weit zu verringern suchte, bis sie der des andern gleichkam. Andere verglichen zwei Sterne unmittelbar miteinander, indem sie beide mit Hülfe von Spiegeln in dem Gesichtsfelde desselben Teleskops nebeneinander betrachteten. Wieder andere wandten Fernröhre mit getheilten Objectiven an, deren jede Hälfte das Sternlicht durch ein Prisma erhielt. Noch andere benutzten zur Vergleichung das von einem Prisma reflectirte Bild des Mondes oder des Jupiter, das sie durch eine Linse in verschiedenen Entfernungen zu einem lichtvollern oder lichtschwächern Stern concentrirten. Endlich mußten selbst die stufenweise abgeschwächten Farbenringe des polarisirten Bildes eines Sterns zur Lichtmessung dienen. Das letzte, von Arago vorgeschlagene Mittel scheint die Grundlage werden zu wollen, auf welcher man zu sichern Messungsmethoden gelangen wird; und die Zeit ist gewiß nicht fern, wo Instrumente, „welche auf die Fortschritte der neuern Optik gegründet sind", an Stelle der Schätzung wirkliche Messung der Lichtstärke möglich machen werden. Die in immer größerer Menge und Verschiedenheit sich offenbarenden Lichtveränderungen der Gestirne machen solche Instrumente zur Nothwendigkeit. Sie müssen, und darum werden sie erfunden werden.

Dann erst werden, wie einst zur Zeit der Alexandriner an Stelle der Bezeichnung nach den Bildern genaue Ortsbezeichnungen der Gestirne traten, die bei fortschreitender Vervollkommnung der Beobachtungswerkzeuge schon jetzt die ruhelose Bewegung der gesammten Fixsternwelt enthüllt haben, dereinst auch an Stelle der alten Größenklassen photometrische, auf sicherer Messung beruhende Reihungen der Gestirne möglich werden und der Nachwelt die nicht minder ruhe- und ausnahmlosen Lichtveränderungen der Gestirne in ihrer ganzen Fülle und Mannichfaltigkeit offenbaren. (Vgl. die folgende Note.)

verfolgen abwärts die Reihung der Lichtschwäche von der siebenten und achten Größe bis hinab zur sechzehnten. Aber bei so schwachem Lichtglanze, fügt der „Kosmos“ hinzu, sind die Größenklassen theilweise sehr unbestimmt, da Struve bisweilen zur zwölften und dreizehnten Größe rechnet, was John Herschel achtzehnte bis zwanzigste nennt. Es wiederholt sich somit in dieser neuen Welt, in der teleskopischen Region, nur in viel größerm Umfange, was uns in der alten, in der Region des unbewaffneten Auges, entgegentrat: die Sterne der niedern Klassen bleiben unvollständig und unsicher bestimmt, wie denn überhaupt die Reihung nach Helligkeitsstufen selbst heute noch nicht über annähernde Schätzung hinaus ist. Noch immer fehlt es an den Mitteln, die Lichtstärke der Fixsterne durch sichere Messung zu bestimmen, noch immer sind wir weit davon entfernt, den Lichtzustand des Firmaments mit gleicher Genauigkeit der Nachwelt überliefern zu können, wie dies in Betreff der Sternörter bereits möglich geworden ist. „Alle mühevollen Arbeiten über die relative Helligkeit der Gestirne werden dann erst an Sicherheit gewinnen, wenn die Reihung nach bloßer Schätzung endlich einmal durch Messungsmethoden, welche auf die Fortschritte der neuern Optik gegründet sind, ersetzt werden kann.“ [143]

---

[143] Die Vervollkommnung der Photometrie durch Seidel und Schwerd hatte uns dem schon näher gebracht, und durch Zöllner scheinen wir nun schon früher zum Ziele gelangen zu sollen, als sich erwarten ließ. Zöllner (vgl. Note 137) hat soeben ein Astrophotometer construirt, mit welchem bereits das Werkzeug gewonnen zu sein scheint, welches derartige sichere Bestimmungen möglich macht. Es ist so eingerichtet, daß es mit jedem, auch parallaktisch montirten Fernrohr in Verbindung gebracht werden kann, und gewährt die Möglichkeit, nicht blos die Helligkeit, sondern auch die Farbe der Sterne zuverlässiger als bisher zu bestimmen. Im wesentlichen beruht seine Einrichtung auf der Erzeugung eines künstlichen Sterns in einer Ebene und auf

Wie ungenügend aber auch immer diese Schätzungen, diese Abstufungen nach Helligkeitsklassen noch sein mögen, sie haben uns doch wenigstens schon verrathen, daß auch die Lichtwelt der Gestirne nicht in ewig gleichem Glanze leuchtet. Ja es scheint fast, als wollten diese Himmelslichter unserer Eintheilung nach Größenklassen spotten, wie die Natur überhaupt der Systeme, in welche der Mensch sie zu zwängen versucht, um sich zurechtzufinden in dem Wirrsal der Erscheinungen.

Ist auch die Ab- oder Zunahme des Lichtglanzes der Gestirne im großen und ganzen überaus langsam und allmählich, tritt sie auch erst nach langen Zeiträumen für uns

---

demselben Hintergrunde mit dem Bilde des wirklichen Sterns. Die Lichtscheiben der Himmelskörper werden durch Einstellung von Linsen in Lichtpunkte verwandelt, und diese natürlichen Lichtpunkte werden mit im Focus des Rohrs erzeugten künstlichen Lichtpunkten verglichen. Sowol die natürlichen als auch die künstlichen Lichtpunkte können durch Anwendung von drehbaren Nichol'schen Prismen, nach der Theorie der Polarisation des Lichts, abgeschwächt werden, bis gleiche Helligkeit zwischen beiden vorhanden. Die Größe der Drehung der Prismen dient zur Messung der erforderlichen Abschwächung und ist die Grundlage der darauf gestützten Berechnung. Diese Methode gibt möglichst genaue Resultate; sie enthält bereits wirkliche Messung, und die möglichen Abschätzungsfehler sind in enge Grenzen eingeschlossen; jedenfalls ist dieselbe nach dem Anerkenntniß der Physiker und Astronomen zuverlässiger als alle frühern. Zöllner selbst sagt von ihr: „Ich glaube hiermit die astrophotometrische Methode so weit vervollkommnet zu haben, daß diese Gattung von Beobachtungen, mit Rücksicht auf ihre Bedeutung für die Fortentwickelung der Astronomie, in den Kreis der regelmäßig und systematisch auszuführenden Arbeiten einer jeden Sternwarte aufgenommen werden kann." Gewiß werden nun auch die Massenbeobachtungen nicht auf sich warten lassen und vielleicht schon die nächsten Jahre jene Kataloge von tausenden photometrisch bestimmter Sterne bringen, auf deren sicher bevorstehendes Erscheinen wir in den vorhergehenden Noten und im Text mehrfach hingewiesen hatten.

erkennbar hervor, gilt also auch von diesen Lichtveränderungen etwa dasselbe, was wir oben von den Ortsveränderungen gesagt haben: daß eine vor Jahrtausenden angefertigte Himmelskugel, auf welcher die Fixsterne nach ihren Größenklassen angegeben sind, mit wenigen Ausnahmen noch heute mit den Lichtverhältnissen des Sternenhimmels übereinstimmen würde, so ist doch kein Zweifel, daß dieser heute nicht mehr derselbe ist, daß auch der Sterne Licht sich bereits vielfach geändert hat.

Brachte uns schon das Licht selbst Kunde von den lebensvollen Processen, die auf jenen fernen Weltkörpern stattfinden, die wunderbar mannichfaltigen Veränderungen dieser Lichtprocesse:

> die periodischen Lichtwechsel der Gestirne, die allmähliche Zunahme des Glanzes bei den einen und die Abnahme desselben bei den andern, das Aufflammen neuer Sterne und das Erlöschen alter —

alles dies drängt uns die Ueberzeugung auf, daß diese „göttlichen Wesen" des Plato und Aristoteles, daß diese „gravitirende Materie" der neuern Himmelsmechanik organischer Natur, daß sie nicht todte Massen, daß sie in lebendiger Fort- und Rückbildung, daß sie in unaufhörlicher Umbildung und Neugestaltung begriffen sind.

> Es soll sich regen, schaffend handeln,
> Erst sich gestalten, dann verwandeln;
> Nur scheinbar steht's Momente still. (Goethe.)

Mag auch noch so manches Jahrhundert verfließen müssen, bevor es möglich sein wird, durch fortgesetzte genaue Beobachtungen auch nur den Gang jener wunderbar verschiedenen Veränderungen in den Lichterscheinungen der Gestirne einigermaßen festzustellen und das Gesetzliche desselben zu erkennen, mag es auch noch vieler Erfindungen und Entdeckungen be-

dürfen, von denen wir heute noch keine Ahnung haben, bevor es kommenden Zeiten vergönnt sein wird, dem wahren Grund aller jener Veränderungen auf die Spur und damit der Erkenntniß des Wesens und der eigenthümlichen Natur jener fernen Sonnen näher zu kommen: die Menschheit wird die Aufgabe lösen, vor welche sie mit diesen neuen Wahrnehmungen gestellt ist, wird die Antwort auf alle jene Fragen finden, die sich hiermit unabweisbar aufdrängen. Mehr und mehr wird uns offenbar werden das Leben der Sternenwelt[144], auf welches alle jene Erscheinungen hindeuten, die schon jetzt in überreicher Fülle und Mannichfaltigkeit sich zu enthüllen begonnen haben.

Zunächst

Die periodischen Lichtwechsel der Gestirne.

Mira, den „Wunderbaren", nannte man jenen Stern (o am Halse des Walfisches), an welchem zuerst eine Veränderung des Lichtglanzes wahrgenommen wurde; aber fast noch wunderbarer ist es, daß viele Jahrtausende vergehen mußten, bevor man diese Erscheinung überhaupt bemerkte, obwol sie doch dem bloßen Auge sichtbar ist, obwol sie doch jahraus jahrein wiederkehrt, und obwol gerade sie ganz besonders auffällig hervortritt! Und doch wurde man ihrer erst im letzten Jahrzehnt des 16. Jahrhunderts, kurz vor Erfindung des Fernrohrs, gewahr. Aber obwol man nun endlich sah, was Jahrtausende nicht gesehen, wußte man zunächst wieder nicht, was man sah; ähnlich wie Uranus und Neptun mehrmals beobachtet worden waren, ohne daß man eine Ahnung da-

---

[144] Vgl. Anhang 5.

von hatte, daß man neue Planeten gesehen. Schon 1596 hatte der ostfriesische Pfarrer David Fabricius, der Vater des Entdeckers der Sonnenflecken, die später zur Erklärung dieser Erscheinungen dienen sollten[146], den Stern o im Walfisch, den er wenige Wochen früher noch als Stern dritter Größe beobachtet hatte, an Licht abnehmen und verschwinden sehen, noch ohne alle Ahnung davon, daß er wiederkehren würde, daß mit dieser Wahrnehmung endlich der Anfang gemacht war zur Entdeckung der periodischen Lichtwechsel der Gestirne. Das Erscheinen und Verschwinden des neuen Sterns von 1572 beschäftigte damals noch alle Gemüther; natürlich also, daß Fabricius zunächst an eine ähnliche Erscheinung dachte. Sieben Jahre später sah Bayer an derselben Stelle einen Stern vierter Größe und trug ihn als solchen in seine Karten ein, ohne auf den Gedanken zu kommen, daß es derselbe sein könnte, den Fabricius hatte verschwinden sehen, und ohne zu bemerken, daß dieser Stern nur kurze Zeit vierter Größe blieb. Erst ein Menschenalter später (1638) sollte Johann Phocylides Holwarda, Professor zu Franecker, der eigentliche Entdecker der veränderlichen Sterne werden, indem er durch fortgesetzte Beobachtung jenes Sterns feststellte, daß er abwechselnd bald an Glanz abnahm und völlig unsichtbar wurde, bald wieder zu mehr als dritter Größe anwuchs, also periodisch veränderlich war. Durch die beharrlichen, ins Einzelne gehenden Beobachtungen von Hevel (während der 14 Jahre von 1648—62) wurden diese eigenthümlichen Lichtveränderungen genauer festgestellt, Erscheinungen, die so sehr mit allen hergebrachten Meinungen von der Unveränderlichkeit der Sterne im Widerspruch standen, daß sie diesem Sterne, als sei er der einzige seiner Art in der sich

[146] Vgl. Anhang 1.

ewig gleichen Sternenschar, den Namen verschafften, den er noch heute führt: der Wunderbare (Mira Ceti).[146]

[146] Nachdem dieses „Wunder" endlich bemerkt war, blieb es nunmehr Gegenstand der genauesten Beobachtung. Schon vor zweihundert Jahren (1667) konnte Bullialdus aus einer Reihe sorgfältiger, von 1637—60 angestellter Beobachtungen die Grundzüge der Erscheinung dahin feststellen: Etwa 15 Tage lang bleibt der Stern unverändert in seiner größten Helligkeit, nimmt dann an Glanz ab und verschwindet, wird später wiederum sichtbar und erreicht nach 333 Tagen wieder seinen größten Glanz, aber nicht immer denselben. Zuweilen wächst er bis zur zweiten, häufiger aber nur bis zur dritten Größe an. Die Zeit, während welcher er dem bloßen Auge sichtbar, also mindestens sechster Größe ist, beträgt bald drei Monate, bald mehr als vier Monate. Auch bemerkte schon Bullialdus, daß der Zeitpunkt, wo er nach seinem Verschwinden die sechste Größe wieder erreicht, zugleich der Zeitpunkt seiner schnellsten Helligkeitsänderung ist.

Später hat vor allen William Herschel die seltsamen Lichtwechsel dieses Sterns mit größter Aufmerksamkeit verfolgt und dieselbe besonders auf die absoluten Maxima und Minima der Helligkeit gerichtet. Bis dahin wußte man nur, daß der Stern nicht blos für das unbewaffnete Auge, sondern selbst für mittlere Fernröhre gewöhnlich verschwand. Herschel's Beobachtungen ergaben, daß er zuweilen (z. B. 1783) selbst für ein Fernrohr, welches Sterne zehnter Größe erkennen läßt, nicht mehr sichtbar ist. Sie ergaben ferner, daß andererseits die Dauer seiner größten Helligkeit zuweilen mehr als 14 Tage, mitunter 20 Tage, mitunter einen ganzen Monat beträgt, also ebenfalls veränderlich ist, und daß endlich, um den Beobachtungen zu genügen, die Dauer der ganzen Periode nicht auf 333, sondern auf 331 Tage anzunehmen sei. Die neuern Untersuchungen von Argelander haben indeß ergeben, daß auch diese Periode wieder veränderlich ist, daß die mittlere Dauer derselben, welche alle Helligkeitsstufen des Sterns umfaßt, 331 Tage, 15 Stunden, 7 Minuten beträgt, daß diese Dauer aber einer Ab- und Zunahme unterliegt, in welcher Argelander nicht weniger als 88 Perioden unterscheiden zu können glaubt.

Sind nun diese Lichtveränderungen, infolge deren jener „Wunderstern" bald wie ein Stern erster Größe strahlt (Wargentin hat ihn einmal dem Aldebaran gleich gesehen), bald zu einem Stern elfter bis zwölfter Größe herabsinkt oder gar völlig unsichtbar wird, für sich allein schon überaus verwickelt: die hiermit verbundenen Farbenwechsel scheinen neue Räthsel hinzuzubringen. Nach Frankenheim soll er in

Daß der Himmel noch viele solcher Wunder berge, ja daß vielleicht Glanz und Farbe aller Sterne veränderlich seien, kam damals noch niemand in den Sinn. Die Beobachtung dieses am meisten in die Augen fallenden und doch so lange Zeit hindurch ungesehenen Wunders nahm die Aufmerksamkeit zunächst wiederum so sehr in Anspruch, daß selbst ein so sorgfältiger Beobachter wie Hevel nicht bemerkte, wie gerade der Stern, dessen Winkelabstand von Mira Ceti er so oft gemessen, den er so oft beobachtet hatte, der Algol (β Persei), nicht minder wunderbare Erscheinungen darbot als jener. Erst 1669 entdeckten Montanari und Maraldi, daß auch Algol veränderlich sei, aber wiederum hundert Jahre vergingen, bevor Goodricke (1782) die Periode dieser Veränderlichkeit ermittelte [147], welche genauer festzustellen endlich in unsern Tagen Argelander gelingen sollte. [148] So schwer und langsam wird die

---

seinem größten Glanze weißlich erscheinen, dann ins Röthliche übergehen und, wenn er am kleinsten und kaum sichtbar ist, gelblich leuchten; Struve indeß, der ihn überhaupt als stark röthlich bezeichnet, hat diese Farbe selbst dann noch erkannt, wenn er am schwächsten und gewöhnlichen Ferngläsern längst entschwunden ist; und der „Kosmos“ bemerkt allgemein, daß die ältere Behauptung: Mira Ceti und einige andere veränderliche Sterne seien beim Abnehmen röther als beim Zunehmen der Helligkeit, ungegründet scheine.

[147] Dieselbe Entdeckung scheint fast zu gleicher Zeit vom Bauer Palitsch in Prohlitz bei Dresden gemacht worden zu sein. Ein Bauer zwar, aber ein geborener Astronom, war er mit dem Sternenhimmel so vertraut geworden, daß er die Veränderlichkeit des Algol herausfand und sogar die Periode derselben bestimmte. Es ist derselbe Palitsch, der schon am 25. Dec. 1758 den von den Astronomen erwarteten Halley'schen Kometen zuerst wieder entdeckt hatte, einen Monat früher als jene, die überall nach ihm spähten. In der That, dieser Mann erinnert, wie John Herschel sagt, an die chaldäischen Hirten.

[148] Algol (β Persei), der helle weißglänzende Stern am Kopfe der Medusa, hat von allen bisher bekannten veränderlichen Sternen die kürzeste Periode. Sie beträgt jetzt 2 Tage, 20 Stunden, 49 Secunden,

Menschheit der Erscheinungen Herr, so verschiedene Geschlechter und Zeiten müssen zusammenwirken, um das Gesetzliche derselben zu finden!

Im ganzen Verlaufe des 17. Jahrhunderts wurde außer jenen beiden nur noch ein dritter Stern als veränderlich erkannt: der Stern χ im Schwan durch Kirch (1687).

Während dann im Laufe des 18. Jahrhunderts die Ortsveränderungen der vermeintlichen „Fix"sterne bemerkt und festgestellt wurden, sodaß am Ende desselben die Ueberzeugung eine ziemlich allgemeine war, daß alle Sterne in Bewegung seien, wurde der Glaube an die Unveränderlichkeit ihres Lichts noch bei weitem nicht in gleichem Maße zerstört. Nur an 8 Sternen wurden in diesen hundert Jahren Lichtwechsel wahrgenommen, sodaß bis zum Anfang des jetzigen Jahrhunderts nur 11 Sterne als veränderlich bekannt waren. Erst neuerdings sind nun auch diese Erscheinungen in immer größerer Zahl und Mannichfaltigkeit in den menschlichen Gesichtskreis getreten. Bereits im Jahre 1858 war die periodische Veränderlichkeit der Lichtstärke bei

---

während sie bei andern veränderlichen Sternen sich bis auf 73 Jahre ausdehnt. Während derselben behält Algol etwa 60 Stunden hindurch seinen vollen Glanz (zweiter Größe), nimmt dann $3\frac{1}{2}$ Stunden hindurch bis beinahe zur vierten Größe ab, und geht in etwa ebenso viel Zeit wieder zum vollen Glanze über. Diese Ab- und Wiederzunahme ist aber nicht gleichförmig, ja sie ist sogar mehrfach unterbrochen. Auch die Periode selbst behält nicht dieselbe Dauer. Nach den Beobachtungen und Rechnungen von Argelander, Heiß und Schmidt hat sie seit 1784 abgenommen, scheint aber in den letzten Decennien wieder in Zunahme übergegangen zu sein. Erst weitere Beobachtungen werden feststellen, ob und wie diese Veränderlichkeit der Periode selbst wieder periodisch ist.

Algol gehört zu den wenigen Sternen, die, wie ε Fuhrmann und β Leier, während der Helligkeitsänderung die weiße Farbe behalten, während die meisten übrigen in einzelnen Phasen des Lichtwechsels röthliche, ja zuweilen sehr intensiv rothe Färbungen zeigen. (Vgl. Note 146 und 170.)

65 Sternen festgestellt und bei einer viel größern Anzahl schon keinem Zweifel mehr unterworfen.[149]

Wie wunderbar verschieden aber sind alle diese Erscheinungen? Bei einem und demselben Stern, so belehrt uns Mädler, ist die Periode bald kürzer, bald länger, die Sterne zeigen im Maximum nicht stets denselben Glanz, und der Gang der Veränderlichkeit vom Maximum zum Minimum und umgekehrt ist nicht gleichartig, theilweise selbst durch einzelne Rückschritte unterbrochen. Einige Sterne, die früher veränderlich waren, scheinen es jetzt nicht mehr; andere setzen ihre Veränderlichkeit eine längere Zeit hindurch aus; bei noch andern bleibt die Periode und der Gang der Lichtwechsel innerhalb derselben regelmäßig und gleichförmig,

[149] An diesen Entdeckungen des 19. Jahrhunderts haben viele Astronomen theilgenommen. Russel Hind hat allein 18 veränderliche Sterne entdeckt, und in neuester Zeit war es besonders die Bonner Sternwarte, wo Argelander, Schönfeld, Winnecke, Schmidt u. s. w. sowol der Entdeckung neuer als der Untersuchung bereits bekannter veränderlichen Sterne großen Eifer gewidmet haben. In Betreff der Lichtveränderunger der Sterne dürfte heute somit nicht mehr in gleichem Grade, wie freilich wol noch in Betreff der Farbenwechsel zutreffen, was John Herschel vor dreißig Jahren bemerkte: „daß diese Erscheinungen, die auf einen hohen Grad von Thätigkeit in Gegenden deuten, wo wir ohne solche Beweise alles für regungslos halten möchten, mit weniger Sorgfalt verfolgt würden, als ihr hohes Interesse verdiene". Die in der neuesten fünften Auflage von Littrow's „Wundern des Himmels" (S. 624) mitgetheilte Schönfeld'sche Tabelle weist bereits von 108 Sternen die Helligkeitsänderungen, die Dauer der Periode des Lichtwechsels, die Namen der Entdecker und die Zeit der Entdeckung nach, und läßt uns im Vergleich zu der im „Kosmos" (III, 243) gegebenen ältern Argelander'schen Tabelle erkennen, mit welchem Eifer sich die Astronomen auch diesen Erscheinungen seitdem zuwenden. Kein Zweifel, daß bei der fortschreitenden Vervollkommnung der Beobachtungsmittel diese Verzeichnisse bald in ähnlicher Progression anwachsen werden, wie einst die Verzeichnisse der Doppelsterne. Der neueste Katalog von Chambers bringt schon 123 veränderliche.

und auch bei denen, bei welchen, wie bei den meisten veränderlichen Sternen, die Perioden sehr unregelmäßig sind, hat Argelander bereits dargethan, daß diese Veränderlichkeit der Perioden in ihrer scheinbaren Unregelmäßigkeit bestimmten Gesetzen unterworfen ist; daß sich innerhalb der Perioden wieder besondere Perioden werden nachweisen lassen. Bei χ im Schwan z. B. hält er zwei Perturbationen in der Periode, die eine von 100, die andere von $8^1/_2$ Einzelperioden, für wahrscheinlich.

Meistens sind es die rothen Sterne, bei denen bisher derartige periodische Veränderungen nachgewiesen worden sind; doch auch bei weißen und gelblichen sind sie schon bemerkt worden. Ebenso kommen sie in den verschiedensten Größenklassen vor, sowol bei Sternen erster bis vierter Größe, wie namentlich und zwar ganz besonders häufig bei Sternen sechster bis neunter Größe.[150] Wenn daher immer noch die veränderlichen Sterne wie eine besondere Art behandelt werden, so scheint uns dies nicht viel anders, als wenn man diejenigen, deren Eigenbewegung bereits festgestellt ist, als bewegliche Sterne, alle übrigen aber als unbewegliche bezeichnen wollte. Beides, Bewegung und Veränderlichkeit, ist unzweifelhaft eine allgemeine Eigenschaft aller Weltkörper[151], und gewiß vollkommen gerechtfertigt, was der „Kosmos" ausspricht: Da an der Himmelsdecke sich alles bewegt, alles dem Raum und der Zeit nach veränderlich ist, so wird man durch Analogien zu der Vermuthung geleitet, daß, wie die Fixsterne insgesammt eine ihnen eigenthümliche, nicht etwa blos scheinbare Bewegung haben, ebenso allgemein die Oberfläche oder die leuchtende Atmosphäre derselben Veränderungen erleide,

---

[150] Vgl. Kosmos, III, 235. 236.

[151] Vgl. das Motto aus der Physik des Aristoteles.

welche bei der größern Zahl dieser Weltkörper in überaus langen und daher ungemessenen, vielleicht unbestimmbaren Perioden wiederkehren, bei wenigen, ohne periodisch zu sein, wie durch eine plötzliche Revolution auf bald längere, bald kürzere Zeit eintreten.

Zu den letztern scheint die schon oben angedeutete prachtvolle Glanzerscheinung von η Argus zu gehören, dem hellen Stern im Sternbilde des Schiffes, der „Freude des südlichen Himmels", dessen Veränderungen durch ihre Eigenthümlichkeiten alles weit hinter sich zurücklassen, was die frühern Wahrnehmungen am Himmel gezeigt hatten. Seit 1838 zu einem Sterne erster Größe aufgestrahlt, leuchtete er seitdem, wie einst Kepler's Stern (vgl. unten) mehr als zwanzig Jahre hindurch als einer der hellglänzenden Sterne der südlichen Hemisphäre, oft heller als Canopus und fast dem Sirius gleich; ja es schien fast, als wäre er dauernd in die Reihe der Sterne erster Größe getreten. Da kommt kürzlich (Astronomische Nachrichten, 1545) die überraschende Kunde, daß sein Glanz im Verschwinden, daß er für das unbewaffnete Auge bereits an der Grenze der Sichtbarkeit angekommen, daß er kaum noch ein Stern sechster Größe ist. [152]

[152] Der „Kosmos" gibt folgende lebendige Schilderung seiner Lichtwechsel: „Schon Halley, als er 1677 von seiner Reise nach der Insel St.-Helena zurückkehrte, äußerte viele Zweifel über den Lichtwechsel der Sterne des Schiffes Argo, besonders am Schilde des Vordertheils und am Verdecke, deren relative Größenordnung Ptolemäus angegeben hatte; aber bei der Ungewißheit der Sternpositionen der Alten, bei den vielen Varianten der Handschriften des „Almagest" und den unsichern Schätzungen der Lichtstärke konnten diese Zweifel zu keinen Resultaten führen. Halley hatte η Argus 1677 vierter, Lacaille 1751 bereits zweiter Größe gefunden. Der Stern ging wieder zu seiner frühern, schwächern Intensität zurück, denn Burchell fand ihn während seines Aufenthalts im südlichen Afrika (1811—15) von der vierten Größe. Fallows und Brisbane sahen ihn 1822—26 zweiter, Burchell, der sich damals (Februar 1827) zu San-Paulo in Brasilien befand, erster Größe,

So mannichfach wie alle diese Erscheinungen selbst sind nun gewiß auch

---

ganz dem α Crucis gleich. Nach einem Jahre ging der Stern wieder zur zweiten Größe zurück. So fand ihn Burchell in der brasilianischen Stadt Goyaz am 29. Febr. 1828, so führen ihn Johnson und Taylor von 1829—33 in ihren Verzeichnissen auf. Auch Sir John Herschel schätzte ihn am Vorgebirge der guten Hoffnung von 1834—37 zwischen zweiter und erster Größe.

Als nämlich am 16. Dec. 1837 dieser berühmte Astronom sich eben zu photometrischen Messungen von einer Anzahl teleskopischer Sterne elfter bis sechzehnter Größe rüstete, welche den herrlichen Nebelfleck um η Argus füllen, erstaunte er, diesen oft vorher beobachteten Stern zu einer solchen Intensität des Lichts angewachsen zu finden, daß er fast dem Glanze des α Centauri gleichkam und alle andern Sterne erster Größe außer Canopus und Sirius an Glanz übertraf. Am 2. Jan. 1838 hatte er diesmal das Maximum seiner Helligkeit erreicht. Er wurde bald schwächer als Arcturus, übertraf aber Mitte April 1838 noch Aldebaran. Bis März 1843 erhielt er sich in der Abnahme, doch immer als Stern erster Größe; dann, besonders im April 1843, nahm wieder das Licht so zu, daß nach den Beobachtungen von Mackay in Kalkutta und Maclear am Cap η Argus glänzender als Canopus, ja fast dem Sirius gleich wurde. Diese hier bezeichnete Lichtintensität hat der Stern fast noch bis zu dem Anfang des laufenden Jahres behalten.

Ein ausgezeichneter Beobachter, Lieutenant Gilliß, der die astronomische Expedition befehligt, welche die Regierung der Vereinigten Staaten an die Küste von Chili geschickt hat, schreibt von Santiago im Februar 1850: „Argus mit seinem gelblichrothen Lichte, welches dunkler als das des Mars ist, kommt jetzt dem Canopus an Glanz am nächsten, und ist heller als das vereinigte Licht von α Centauri." Seit der Erscheinung im Schlangenträger, fügt Humboldt (1852) staunend hinzu, ist kein Fixstern zu einer solchen Lichtstärke und in einer langen Dauer von nun schon sieben Jahren aufgestrahlt.

Und mit diesem Glanze strahlte er auch noch später als Stern erster Größe. Wird er ihn behalten? Ist er hiermit etwa in ein Stadium verhältnißmäßiger Ruhe getreten? Oder ist er ähnlich wie Algol und Mira periodisch veränderlich? Dann aber zählt seine Periode sicher nicht, wie jene andern, nach Tagen, Monaten und Jahren, sie zählt nach Jahrhunderten; denn soweit sich dieselbe bisjetzt überblicken läßt, erscheint seine Veränderung seit Halley nur als eine fortschreitende, von

die Ursachen der periodischen Lichtwechsel.

Ist auch richtig, was John Herschel sagt, daß der Himmel kein Gegenstand für leere Vermuthungen sei, das „Ursachenthier", wie Lichtenberg den Menschen nennt, kann nun einmal, von innerer Nothwendigkeit getrieben, nicht ruhen, bis es die Räthsel gelöst, die ihm von eben diesem Himmel in immer größerer Menge gestellt werden. Seit der ersten Beobachtung jener Lichtwechsel sind daher auch die verschiedensten Lösungen versucht worden, eine jede entsprechend dem jedesmaligen Wissen und Glauben der Zeit und den hierdurch gegebenen Anregungen.

Schon Bullialdus, der sich seit 1667 mit dieser Frage beschäftigte, kam auf eine Erklärung, welche sich gerade damals als die einfachste und natürlichste darbot, um so mehr, als nur kurz zuvor (1651) Riccioli das Erscheinen und Wiederverschwinden neuer Sterne in ähnlicher Weise erklärt

---

zeitweisen Rückschritten unterbrochene Zunahme des Glanzes. Welchem Jahrtausend wird sich der Lichtwechsel dieses Sterns in seinem ganzen Verlaufe enthüllt haben? So durften wir noch vor kurzem mit Mädler (Fixsternhimmel, 1859) fragen und vermuthen. Schon damals aber begann der Stern selbst die Antwort zu geben. Bereits 1859 war er zu einem Sterne dritter Größe und 1861 zu einem vierter bis dritter Größe herabgesunken. In dieser Größe, also ähnlich wie zweihundert Jahre früher Halley, sah ihn 1862 Kapitän Jacob auf seiner Rückreise aus Indien, und Wolf in Zürich glaubte nun schon der Periode desselben auf der Spur zu sein, indem er ein Hauptminimum seines Glanzes auf 1861 setzte. Da bringen plötzlich neue wunderbare Mittheilungen über diesen merkwürdigen Stern zu uns herüber. Er ist, wie Moesta, Director der Sternwarte in Santiago de Chili, berichtet, nicht bei der vierten Größe stehen geblieben, ist jetzt kaum noch sechster Größe; noch vor kurzem gleich dem Sirius strahlend, ist er im Begriff, dem unbewaffneten Auge völlig zu verschwinden. Wären also die neuen Sterne Tycho's und Kepler's doch nur ähnliche Erscheinungen gewesen? (Vgl. unten.)

hatte (vgl. Note 176). Die Flecken der Sonne waren bereits bemerkt[153], die Fortbewegung derselben hatte die Ahnung Bruno's und Kepler's, daß auch die Sonne sich um ihre Axe drehe, bestätigt, die Fixsterne selbst waren als sonnenähnliche Weltkörper erkannt[154]; was lag näher als die Vermuthung, daß auch sie mit ähnlichen, nur vielleicht noch größern und zahlreichern Flecken bedeckt seien, also nicht auf ihrer ganzen Oberfläche gleichmäßig leuchteten, und die von uns wahrgenommenen Lichtwechsel dadurch entständen, daß sie, umschwingend um ihre Axe, der Erde bald ihre volleuchtende, bald ihre mehr oder weniger durch Flecken verdunkelte Halbkugel zuwendeten! Diese Erklärung, mit welcher Bullialdus die Reihe der Enträthselungsversuche eröffnete, schien noch Newton so ausreichend, daß er, wie wenn damit schon alles erklärt wäre, kurzweg sagt: „Stellae fixae quae per vices apparent et evanescunt quaeque paulatim crescunt videntur revolvendo partem lucidam et partem obscuram per vices ostendere.“ Indeß schon Piazzi wies darauf hin, daß sich das schnellere Anwachsen des Glanzes gegenüber der langsamern Abnahme bei den meisten veränderlichen Sternen aus der Rotation um ihre Axe allein nicht erkläre.

Da aber unsere Phantasie hier freien Spielraum hat, da

---

[153] Vgl. Anhang 1.

[154] Daß die Fixsterne Sonnen seien, ahnten schon Bruno und Kepler (vgl. Note 61), und die Erscheinung des neuen Sterns im Jahre 1604 brachte Kepler auf die Vermuthung, „daß sich alle Planeten und Fixsterne um ihre Axen drehen“. Denn selbst von der Axendrehung der Planeten konnte man ja damals noch nichts wissen. Erst sechs Jahre später ließ das Fernrohr sie als „Scheiben“ und hiernächst als rotirende Kugeln, als Schwestererden erkennen; während die andere Ahnung Kepler's, daß auch die Fixsterne, ähnlich unserer Sonne, sich um ihre Axe drehen, erst durch die Beobachtung der periodisch veränderlichen Sterne mehr und mehr Halt gewann.

wir uns die Flecken beliebig groß und analog den Flecken unserer Sonne selbst wieder veränderlich denken können, und sich hieraus vielleicht die Veränderlichkeit innerhalb der Periode der Lichtwechsel erklären ließe, ist es immerhin möglich, daß einzelne Lichtveränderungen Folge der Rotation der Fixsterne um ihre Axe sein mögen, wenn sie auch der Hauptsache nach ihren Grund in Vorgängen auf und an den Fixsternen selbst haben werden, ähnlich wie die periodischen Erscheinungen der Sonnenflecke.[155]

Inzwischen hatte auch schon früh die Annahme Geltung gewonnen, daß die Fixsterne ähnlich wie unsere Sonne von Planetensystemen umgeben seien[156], womit sich von selbst die andere Erklärung darbot, daß diese dunkeln Begleiter bei Umkreisung des Hauptsterns zwischen ihn und die Erde treten und durch theilweise Verdeckung desselben den Wechsel seines Lichtglanzes bewirken; eine Annahme, die freilich eine nicht unbedeutende Größe oder Menge solcher Begleiter voraussetzt.[157] Durch Bessel's große Entdeckung der

---

[155] Seitdem diese Periodicität der Sonnenflecke erkannt, und durch die Spectralanalyse die analoge Natur der Sonne und Fixsterne wahrscheinlich geworden ist, liegt die letztere Annahme um so näher. (Vgl. den Anhang.)

[156] Vgl. Note 8 und 46.

[157] Will man den Lichtwechsel der Sterne durch das Dazwischentreten von dunkeln Körpern erklären, so wäre es, meint Lamont, am zweckmäßigsten, Zonen von Sternschnuppen anzunehmen, die an verschiedenen Stellen verschiedene Dichtigkeit hätten.

Nach Analogie dessen, was in unserm Sonnensystem wahrscheinlich geworden ist, wäre dies immerhin denkbar. Arago führt über diese, unsere Sonne (wie man jetzt annimmt) in einer oder mehrern Zonen umkreisende Sternschnuppen (Meteor-Asteroiden) Folgendes an: „Die verschiedenen Asteroidenringe, welche die Sonne umgeben, können sehr verschieden zusammengesetzt sein und sehr ungleich dicht zusammengehäufte Schwärme darbieten. Indeß, wenn diese Körper auch für uns nur bei ihrer Annäherung an die Erde sichtbar werden, müssen sie

dunkeln Nebensonnen hat sie vielleicht in anderer Weise neuen Halt gewonnen.

---

sich doch auf die Sonne projiciren. Nun verdunkelt sich die Sonne bisweilen plötzlich, und ihr Licht wird dergestalt geschwächt, daß man Sterne am vollen Mittag sieht. Humboldt erinnert mit Recht, daß ein derartiges Phänomen, das weder durch vulkanische Asche oder Höherauch (Moorrauch) erklärbar ist, im Jahre 1547 um die Zeit der verhängnißvollen Schlacht bei Mühlberg eintrat und drei Tage dauerte. Diese wundersamen Verfinsterungen, setzt derselbe hinzu, wurden von Kepler bald einer materia cometica, bald einem schwarzen Gewölk, das rußige Ausdünstungen des Sonnenkörpers erzeuge, zugeschrieben. Kürzere, drei- und sechsstündige Verdunkelungen in den Jahren 1090 und 1208 erklärten Chladni und Schnurrer durch vorbeiziehende Meteormassen.

„Messier erzählt, daß er am 17. Juni 1777 um die Mittagszeit fünf Minuten lang eine außerordentliche Zahl schwarzer Kügelchen vor der Sonne vorbeiziehen sah. Waren diese Kügelchen nicht ein Theil eines der Asteroidenringe, deren Vorhandensein alle Beobachtungen der kosmischen Meteore wahrscheinlich machen? Zwei andere Verdunkelungen der Sonne, eine im Anfang des Februar 1006 und eine zweite am 12. Mai 1706, während welcher um 10 Uhr morgens die Finsterniß so groß wurde, daß die Fledermäuse zu fliegen begannen und man genöthigt war, Licht anzuzünden, scheinen keine andere Erklärung zu gestatten. Astronomen, unter ihnen A. Erman und Petit, haben daraus mit einiger Wahrscheinlichkeit den Schluß gezogen, daß man in der Zwischenstellung einer großen Menge von Asteroiden, eines der fraglichen Asteroidenringe von beträchtlicher Dicke, zwischen Erde und Sonne die Ursache der Temperaturerniedrigung zu suchen habe, die periodisch im Februar und Mai eintritt.

„Sonach gibt es also Körper, deren Vorhandensein uns blos durch Phänomene des Erglühens in der Nähe unserer Erde bekannt geworden ist, und die uns nur durch die Verdunkelung des im Brennpunkte aller Planetenbahnen befindlichen leuchtenden Gestirns sichtbar werden.“ (Vgl. Anhang 4.)

Möglich also auch, daß in den Systemen der andern Sonnen Aehnliches vorkommt und die Lichtwechsel derselben mitbewirkt.

Andere Astronomen, wie z. B. Mädler, denken dagegen nicht an eine Schar kleiner, sondern an einen dunkeln Körper von beträchtlicher Größe, der vielleicht sogar der Hauptstern sein könnte. Da Bessel's

Als man dann erkannte, daß die Erde keine vollkommene Kugel sei, als man darüber stritt, ob sie am Aequator oder an den Polen abgeplattet, ob sie von citronen- oder pomeranzenförmiger Gestalt wäre [158], als nun auch die schon von Cassini entdeckte starke Abplattung des Jupiter von Pound (1719) auf $^1/_{13}$ bestimmt wurde, konnte Maupertuis (1732) auf die Idee kommen, daß vielleicht auch die Fixsterne abgeplattet seien, und zwar so stark, daß sie etwa mühlsteinartige Form hätten, und daß hierdurch, je nachdem sie bei ihrer Umdrehung uns die schmale oder breite Seite zukehrten, die Wechsel ihrer Helligkeit entständen.

Später, als durch William Herschel die Welt der Nebulosen erschlossen und die Theorien vom Weltdunst, von ungeballter, den Weltraum füllender Materie aufkamen, lag die Annahme nahe, auf welche John Herschel und Arago hindeuten, „daß vielleicht kosmisches Gewölk [159] zwischen Stern und Erde trete und die Lichtwechsel bewirke".

---

große Entdeckung uns diese Vorahnung Mädler's als Wirklichkeit erwiesen hat, scheint es nicht zweifelhaft, daß auch diese dunkeln Sonnen an dem Lichtwechsel der hellen theilhaben werden.

Was Alles aber und wie Verschiedenes wiederum kann nicht den gewiß unendlich mannichfachen Systemen jener unzähligen Sonnen zugehören und die Lichtveränderungen derselben mitbewirken helfen?

[158] Vgl. Anhang zu Abschnitt II.

[159] Daß „kosmisches Gewölk" gasartiger Natur im Weltraum wirklich vorhanden ist, haben die neuesten Entdeckungen von Huggins und Miller mehr als wahrscheinlich gemacht (vgl. Note 178), und die Veränderungen, welche neuerdings an einigen „Nebeln" beobachtet worden sind, deuten in der That auf irgendeinen Zusammenhang derselben mit den gleichzeitigen Lichtveränderungen der in oder nahe diesen Nebeln stehenden Fixsterne hin. So entdeckte 1852 Hind einen Nebel bei den Hyaden, welchen d'Arrest noch 1855 mit einem sechsfüßigen Fernrohr sogar bei Mondschein sehen konnte, der aber seitdem an Helligkeit abnahm und 1862 selbst den stärksten Fernröhren entschwand; während gleichzeitig ein unmittelbar neben diesem Nebel stehender Stern neunter bis zehnter Größe seit 1852 bis zu einem Stern dreizehnter bis vier-

Neuerdings endlich, seitdem sich die Physik mehr und mehr mit der Astronomie zu verschwistern und die Forschung nunmehr auch der physischen Beschaffenheit unserer Sonne sich zuzuwenden beginnt, hat sich die Ueberzeugung aufgedrängt, daß ähnlich wie auf dieser, auch auf der Oberfläche der Fixsterne selbst Veränderungen vorgehen werden, in welchen jene periodischen Lichtwechsel ihren Grund haben; sei es, wie Weiß im Anschluß an die Gravitationstheorie darzuthun versucht [160], hervorgebracht durch die je nach dem Wechsel

---

zehnter Größe herabgesunken ist. Auch der durch seine Lichtwechsel berühmte Stern im Schiff (η Argus, vgl. Note 152) steht mitten in einem Nebel; ebenso der neue Stern, den Auwers 1860 auftauchen sah, und viele andere veränderliche Sterne. Jedenfalls öffnet sich hier der Beobachtung noch ein weites Feld, bevor an eine Erklärung dieser Erscheinungen zu denken ist.

[160] Nach der oben Note 127 mitgetheilten Hypothese von Weiß versucht derselbe die kosmischen Lichterscheinungen überhaupt dadurch zu erklären, „daß die in den gasförmigen Umhüllungen der größern Weltkörper eingemengten Aethermassen durch die Gravitation zur einseitigen Näherung ihrer Theilchen in der Richtung der Zuglinien der Schwerkräfte gezwungen werden, durch die Molecularkräfte hingegen zur Herstellung der ursprünglichen Rauminhalte der Sphären ihrer Wirksamkeit und folglich zu endlosen Schwingungen der Theilchen in den auf den Schwerlinien senkrecht stehenden Ebenen genöthigt sind".

Von dieser Theorie ausgehend, glaubte er dann auch die Flecken der Sonne sowie die Lichtwechsel der Fixsterne durch die verschiedene Einwirkung der Planeten auf die Photosphäre der Sonne erklären zu können, indem er ähnliche Einwirkungen untergeordneter Glieder auch bei den Fixsternen voraussetzt. „Die Ursachen zu solchen größern Veränderungen innerhalb der Lichtsphären werden in jedem Sonnensysteme sich finden, in welchem eine Anzahl von Planeten in den bleibenden Verhältnissen ihrer Größen und in den wechselnden ihrer gegenseitigen Stellungen sowie ihrer größern oder geringern Annäherung an den Centralkörper eine wenn auch geringe, periodisch zu- und abnehmende Anziehung auf die Oberfläche desselben ausüben."

Dies führt ihn zu dem Schluß: „Die Ursache des Lichtwechsels der Sterne während längerer und noch überdies veränderlicher Zeiträume muß daher ebenso wol wie die Entstehung der Sonnenflecken in der

ihrer Stellung verschiedene Anziehung der Planeten der Fixsterne auf die Photosphäre derselben (wobei, wie wir hin-

---

veränderlichen Anziehung begleitender Planeten auf die Materie der Photosphären der Centralkörper erkannt werden, welche durch die periodisch veränderliche gegenseitige Stellung dieser Begleiter und durch ihre wechselnde größere und geringere Anziehung auf den Centralkörper geregelt wird."

Merkwürdig allerdings ist der Umstand, daß nicht nur die siderische Umlaufszeit des Hauptplaneten unsers Sonnensystems, des Jupiter, ziemlich genau mit der Periode der Sonnenflecken übereinstimmt (sie beträgt 11,87 Erdjahre), sondern daß nach den Beobachtungen und Untersuchungen von Wolff sich auch bereits innerhalb der Ab- und Zunahme der Sonnenflecken verschiedene Stadien herausgestellt haben, die in auffallender Weise mit dem Jahre der Venus und mit unserm Erdjahre übereinstimmen; und daß sich überdies auch in der magnetischen Variation ein analoger Gang hat herausfinden lassen. (Vgl. Anhang 1.)

Ja die neuesten Beobachtungen von Warren de la Rue, Stewart und Loewy (1854—64) haben bereits ein derartiges gleichmäßiges Verhalten im Auftreten der Flecken erkennen lassen, daß ein Zusammenhang derselben mit der Stellung der Venus überaus wahrscheinlich ist. Wie es scheint, ruft dieser Planet auf der von ihm abgewendeten Seite der Sonne Flecken hervor, während er sie an der ihm zugekehrten zum Verschwinden bringt.

Hiermit tritt das wunderbare Gewebe ineinandergreifender Wechselbeziehungen, welches Haupt und Glieder des Planetensystems umspinnt, immer klarer hervor, wie in dem großartigen Organismus des Sonnensystems sich alles gegenseitig bedingt, alles wechselseitig Mittel und Zweck ist. Die Bewegungen der Himmelskörper treten mit den physischen Vorgängen an ihrer Oberfläche in immer engern Zusammenhang. Lauf und Stellung der Planeten regeln die Erscheinung der Sonnenflecken, und die Wechsel der magnetischen Variation verrathen die enge Beziehung, in welcher unser Erdenleben zu allen diesen Erscheinungen steht.

Dürfen wir nun mit Recht schließen, daß auch in den Systemen jener fernen Sonnen, der veränderlichen Sterne, deren untergeordnete Glieder unserm Auge verborgen sind, gleiche Wechselbeziehungen stattfinden und an den Lichtwechseln der Fixsterne theilhaben werden, so ist auch wol die oben ausgesprochene Hoffnung nicht ganz aussichtslos, daß umgekehrt die Lichtwechsel der Fixsterne, sobald nur erst das Gesetzliche

zufügen möchten, dann auch wol die Doppelsonnen, die leuchtenden wie die dunkeln, keine untergeordnete Rolle spielen dürften); sei es, was wir unsererseits als das Wahrscheinlichste ansehen, vorzugsweise bedingt durch die individuelle Organisation, durch die physische Beschaffenheit der einzelnen Sonnen selbst, über welche wir freilich erst dann zu einigermaßen sichern Schlüssen gelangen werden, wenn die physische Beschaffenheit unsers Fixsterns, unserer Sonne, zuverlässiger und umfassender als bisher erforscht und festgestellt sein wird.[161]

Jedenfalls reicht, wie Arago und Argelander betonen, eine einzelne der obigen Annahmen für sich allein nicht aus, um die wunderbare Verschiedenheit und Mannichfaltigkeit aller jener Lichtveränderungen genügend zu erklären. Ebendeshalb erscheint auch die neuerdings von Pößnecker aufgestellte, an die Kant-Laplace'sche Hypothese anknüpfende Vermuthung für sich allein unzureichend: „daß die Leuchtkraft der Fixsterne nur von der fortschreitenden Verdichtung der Fixsterne abhängen möge, und daß in dem Wechsel dieser Zustände die Ursache des periodischen Lichtwechsels, wie des Erscheinens und Verschwindens neuer Sterne gesucht werden

derselben festgestellt sein wird, einst dazu beitragen können, Schlüsse auf das zu wagen, was, uns unsichtbar, ihren Systemen angehört und diese Lichtwechsel mit hervorbringt.

[161] Wie wenig ist aber bisher auch nur von dieser unserer Sonne, vom „Urquell des Lichts" mit Sicherheit erkannt! Nicht einmal den eigentlichen Sitz des Lichts kennen wir mit Bestimmtheit. Während wir bis auf die neueste Zeit glaubten annehmen zu dürfen, daß der Sonnenkörper selbst dunkel und nur von einer Lichthülle (Photosphäre) umgeben sei, machen die Beobachtungen und Forschungen unserer Tage völlig andere Annahmen unabweisbar. Um so eifriger wendet sich denn auch jetzt die Forschung der Sonne zu (vgl. Note 139); sie wird uns die Räthsel der Fixsternwelt lösen helfen. (Vgl. Anhang 1.)

könne". [162] In den meisten Fällen wird vielmehr ein Zusammenwirken mehrerer oder aller dieser und vielleicht noch anderer Ursachen [163] anzunehmen sein; und dies um so mehr, wenn mit den Veränderungen des Glanzes sich zugleich ein Wechsel der Farbe verbindet, wie ihn Pogson und Hind bereits beobachtet haben, und wie er ohne Zweifel auch wol in viel größerer Häufigkeit stattfindet, als bisher erkennbar geworden ist.

So werden wir denn wol nicht fehlgreifen, wenn wir meinen, daß außer den bisher vermutheten vielleicht noch viele andere in der eigenthümlichen, uns noch völlig unbekannten Organisation jener unendlich verschiedenen Weltkörper begründete Ursachen diese Lichtwechsel hervorbringen, und wenn wir den bisherigen, meist einseitig mechanischen Erklärungsversuchen gegenüber an das treffende Wort Mädler's erinnern: „Bei Erklärung kosmischer Phänomene ist eine Forderung unerläßlich, die nämlich, nie von einem einzelnen Factum aus eine Theorie zu construiren, son-

---

[162] Auch Zöllner knüpft an die Hypothese Kant's an und stellt in dem oben (Note 137) angeführten Werke eine umfassende allgemeine Theorie auf, welche unter der Voraussetzung der Rotation und der ursprünglich glühenden Beschaffenheit aller Himmelskörper mit Hülfe der spectralanalytischen und photometrischen Untersuchungen die Licht- und Farbenveränderungen der Gestirne als bedingt durch die verschiedenen Stadien ein und desselben Entwickelungsprocesses darzustellen sucht. (Vgl. Anhang 5.)

[163] Die neueste Hypothese von Klinkerfues betrachtet die veränderlichen Sterne als optisch nicht mehr trennbare, sehr nahe Doppelsterne, die durch ihre gegenseitige Anziehung in den lichtabsorbirenden Atmosphären sehr bedeutende Ebben und Fluten erzeugen. Durch die hierdurch periodisch veränderte Absorption soll die Veränderlichkeit des Glanzes, und durch schnelleres Abfließen der Flutwelle in einem der Rotationsrichtung entgegengesetzten Sinne die schnellere Lichtzunahme erklärt werden. (Vgl. Nachrichten der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Januar 1865.)

dern stets alle darauf bezüglichen Umstände sorgfältig zu vergleichen und die Hypothese an ihnen zu prüfen, bevor man es unternimmt, sie als allgemeines Theorem hinzustellen.

Vielleicht, sagt G. H. Schubert, daß bei jenen Glanzwesen des Fixsternenhimmels der Wechsel zwischen Licht und Dunkel von einer ganz andern Ursache abhängt, als die bisher vermuthete mechanische ist, und daß dieselben ihre Nacht oder die Periode ihres Nachlasses jener Naturthätigkeit, aus welcher ihr Leuchten hervorgeht, ebenso selbständig in sich aufgehen lassen als ihren Tag, wie denn in der ganzen uns umgebenden Natur ein an gewisse Periodicität gebundener Wechsel zwischen Thätigkeit und Ruhe, Anspannung und Abspannung bemerkt wird, und die täglichen oder noch kürzern periodischen Veränderungen am Barometer, am Magnet, im chemischen und galvanischen Proceß, ja selbst das stärkere und schwächere Aufflackern der Lichtflamme auf ein zum Theil nach Verlauf einer ziemlich fest bestimmbaren Zeit wiederkehrendes Steigen und Wiedersinken der innern Lebensthätigkeit der Dinge hindeuten. Eine solche Ansicht würde es minder räthselhaft finden, weshalb bei den meisten veränderlichen Sternen nach dem kurzen Moment der Ruhe und des Nachlassens des Lichts dieses so unverhältnißmäßig schnell wieder zu seinem Maximum hinansteigt; denn es geht auch in der verwandten Region der uns umgebenden Natur die innere Anspannung und Thätigkeit nur allmählich in Ruhe über, indessen sie bei der während der Ruhe hochgesteigerten Lebensempfänglichkeit den verlassenen Gipfel um so schneller wieder ersteigt.

Sind auch mit diesen Phantasien die Erscheinungen selbst in ihren nächsten Ursachen nicht erklärt, die Ahnung wenigstens, daß sie, wie auch Littrow vermuthete, „in dem periodisch wiederkommenden Anspannen und Nachlassen jener

Naturkraft, durch welche ihr Selbstleuchten hervorgebracht wird", also in der innern Organisation jener Weltkörper selbst und nicht lediglich in rein mechanischen Ursachen ihren letzten Grund haben, scheint nach allem, was das Gesammtleben der Natur uns offenbart, vollständig gerechtfertigt. Somit wird also auch wol von ihnen gelten, was der „Kosmos" (III, 405) zur Erklärung der Sonnenflecken sagt: „Die in den gasförmigen Umhüllungen des Sonnenkörpers vorgehenden meteorologischen Processe bewirken die Erscheinungen, welche wir Sonnenflecken und geballte Lichtwolken nennen. Wahrscheinlich sind auch dort, wie in der Meteorologie unsers Planeten, die Störungen von so mannichfaltiger und verwickelter Art, in so allgemeinen und örtlichen Ursachen begründet, daß nur durch eine lange und nach Vollständigkeit strebende Beobachtung ein Theil der noch dunkeln Probleme gelöst werden kann." Um so schwieriger und weitaussehender wird dies freilich bei dem Lichtwechsel der Fixsterne werden, wo vielleicht noch völlig ungeahnte Ursachen mitwirken, um ein so gewaltiges Auf- und Niederwogen ihrer Glanzerscheinungen hervorzubringen, wie es nicht wenige der veränderlichen Sterne zeigen!

Welchen Einfluß müßte es auf unser ganzes Erdenleben haben, wenn unser Fixstern, die Sonne, in ähnlicher Weise periodisch veränderlich wäre! Wenn je, sagt der „Kosmos", auch nur ein sehr geringer Theil der oben geschilderten Veränderungen in der Intensität der Licht- und Wärmestrahlung nach ab- oder aufsteigender Scala unsere Sonne angewandelt hat (und warum sollte sie von andern Sonnen verschieden sein), so kann eine solche Anwandlung, eine solche Schwächung oder Belebung der Lichtprocesse doch mächtigere, ja furchtbarere Folgen für unsern Planeten gehabt

haben, als zur Erklärung aller geognostischen Verhältnisse und alter Erdrevolutionen erforderlich sind.

Schon William Herschel und Laplace haben hierauf hingewiesen, und es ist wol unzweifelhaft, daß der Lichtproceß unserer Sonne einen Hauptantheil gehabt hat an dem Bildungsprocesse des Erdganzen in allen seinen Theilen und Gliedern, wie ja noch heute der Sonne wärmeerzeugendes Licht die Bedingung des gesammten Erdenlebens ist. Wie es noch heute erhaltend wirkt, so hat es sicher einst schaffend mit eingegriffen, als sich unsere Erde als Glied des Sonnensystems zu dem gegenwärtigen Erdganzen entfaltete, in jener Zeit ihres embryonalen Werdens, von welcher uns die Geologie Kunde gibt. Inwieweit uns diese auf solche Veränderungen im Lichtprocesse der Sonne schließen läßt, werden wir später sehen. Soweit indeß historische Erinnerungen reichen, hat ein so gewaltiges Ebben und Fluten des Lichtglanzes unsers Fixsterns nicht nur nicht stattgefunden (denn die Note 157 erwähnten Verfinsterungen haben schwerlich in der Sonne selbst ihren Grund), sondern ist auch mit der gegenwärtigen Gesammtorganisation unserer Erde geradehin unverträglich. Ist doch unser ganzes Erdenleben, wie es gegenwärtig ist, durch jene Constanz des Sonnenlichts so sehr bedingt, daß es bei einem Wechsel, wie Mira Ceti und andere ihn zeigen, gar nicht bestehen könnte! Wie ganz anders also muß die Organisation jener andern Sonnen sein, deren Lichtglanz unaufhörlich auf- und niederwogt, sodaß sie bald den hellern Sternen der ersten Größenklassen gleich erscheinen, bald uns gar nicht sichtbar sind, gegenüber dem fast [164] gleichmäßigen Glanze

---

[164] Denn vollkommen gleichmäßig ist auch der Glanz unserer Sonne nicht. Schon Lichtenberg ahnte dies, „wenn auch unser bewaffnetes und unbewaffnetes Auge nicht sofort Richter sein könne über diese Veränderungen. Unzählige Abstufungen von Licht sind gedenkbar,

der Leuchte in unserm Planetensystem, wie ganz anders die

---

die unser Auge nicht mehr zu schätzen vermag, die aber der organischen Natur noch immer zu Lufterzeugung, Erzeugung der Elektricität u. s. w. nützen und mittel- oder unmittelbar unsern Körper selbst beeinflussen können".

Daß dem wirklich so ist, haben die periodischen, mit den Perioden der Sonnenflecke übereinstimmenden Schwankungen der Magnetnadel seitdem verrathen, wenn auch die Meßwerkzeuge der Gegenwart noch immer nicht ausreichen, die Ab- und Zunahme des Sonnenlichts selbst direct festzustellen, sowenig, wie sich bisher überhaupt eine Veränderung desselben durch directe Messung hat feststellen lassen. Die Untersuchungen Seidel's, der in seiner Arbeit über die Albedo (die Weiße, Reflexionsfähigkeit) der Planeten einen Weg gezeigt hat, die Frage experimental zu lösen, haben zu dem Resultat geführt, daß eine Aenderung der Helligkeit nicht nachweisbar ist.

Dagegen scheint die weitere Ahnung Lichtenberg's, „daß nicht alle Seiten der Sonne für uns von gleicher Bedeutung sein möchten, daß so manche unserer irdischen Veränderungen, die sich nach dem Mondlaufe richten sollen, ihren Grund in der mit diesen nahe zusammentreffenden Rotationszeit der Sonne haben möchten", seitdem schon mehr als bloße Vermuthung geworden zu sein. Neuere Forschungen haben wenigstens soviel ergeben, daß die Erwärmungskraft an der Oberfläche der Sonne nicht überall gleichgroß ist, daß wirklich die eine Seite der Sonne, wie zuerst Herschel vermuthete, eine stärkere Wärmekraft als die entgegengesetzte zu haben scheint, die sich in einer Periodicität der Durchschnittstemperatur an der Oberfläche unserer Erde verräth, eine Periode, deren Zusammentreffen mit der Rotationszeit der Sonne Nervander in Helsingfors und Buys-Ballot in Utrecht nachgewiesen haben, wodurch vielleicht wiederum ein Mittel gewonnen werden kann, diese Rotationszeit genauer festzustellen.

Sind nun alle diese Wechsel des wärmeerzeugenden Lichts der Sonne so unmerklicher Art, daß sie sich uns nur durch ihre Wirkungen an terrestrischen Erscheinungen verrathen, ist unser Auge unfähig, die Veränderungen des Lichts der Sonne selbst wahrzunehmen, um wie viel weniger würde es dies vermögen, wenn sie, in Fixsternweiten hinausgerückt, uns nur als unmeßbarer Punkt am Himmel erschiene! Wie viele noch ungleich stärkere Veränderungen mögen daher nicht bei jenem zahllosen Sternenheere vorkommen, von denen unser Auge doch noch immer nichts wahrzunehmen vermag! Nur bei den wenigen, wo sie in ausgezeichneter Stärke in den schroffsten Gegen-

Organisation der etwaigen Planeten jener Sonnen und der Wesen, die ihnen angehören![165]

Oder befinden sich jene periodisch veränderlichen Sterne etwa nur in andern Stadien ihres Daseins, wie vielleicht unsere Sonne während der geologischen Periode unserer Erde, und werden auch sie, wie diese, und wie „anscheinend" die meisten Sterne, bei welchen derartige periodisch wiederkehrende Veränderungen der Lichtstärke noch nicht hervorgetreten sind, zu einer größern Gleichmäßigkeit der Lichtentwickelung gelangen?

Indeß ist denn jenes ganze übrige Heer der Sterne, welches mit gleichbleibendem Glanze zu leuchten scheint, deshalb in Wirklichkeit unveränderlich, ist es nicht wieder nur die Schwäche unserer Sinne und die Kürze der Zeit, die uns bisher nicht haben bemerken lassen, daß auch der Glanz dieser, wenn auch nicht in kurzen wiederkehrenden Perioden, so doch allmählich im Laufe der Jahrtausende gewechselt hat? Schon im Anfang dieses Jahrhunderts trug F. Th. Schubert kein Bedenken, auszusprechen, „daß man

---

sätzen auftreten, sind sie bisher dem Erdbewohner sichtbar geworden. Sollten aber solche Extreme der Lichtveränderungen, wie sie Mira Ceti und andere zeigen, wirklich nur quantitativ von dem Lichtwechsel unserer Sonne verschieden sein? Sollten sie nicht ebenfalls auf eine völlig andere Organisation jener fernen Sonnen und Sonnensysteme hindeuten, die nach allen übrigen Erfahrungen keinem Zweifel mehr unterliegt?

[165] Wie sehr dies schon für die verschiedenen Verhältnisse der Planeten unsers Sonnensystems gilt, das pflegen uns die Astronomen seit Huygens anschaulich zu machen. Um wieviel mehr muß es nicht für die völlig abweichenden Verhältnisse jener fernen Sonnensysteme gelten (vgl. Note 77). Im Abschnitt V werden wir die Phantasien über die Bewohner fremder Welten, welche seit den Zeiten der Pythagoräer bis herab auf die neueste Schrift von Flammarion den ahnenden Geist des Menschen beschäftigt haben, im Zusammenhange an uns vorübergehen lassen.

bei der Menge der bisher bemerkten Veränderungen (und wie wenig hiervon war damals noch bekannt) fast zweifeln möchte, ob das Licht irgendeines Sterns am Himmel ganz unverändert geblieben sei"; und in der That, wenn wir das, was uns heute der Sternenhimmel zeigt, mit dem vergleichen, was die Alten an ihm sahen, so können wir uns der Ueberzeugung nicht verschließen, daß, wie roh und ungenau auch immer deren Schätzungen gewesen sind, doch im Laufe der Jahrtausende vielfache Lichtveränderungen stattgefunden haben müssen. Denn Sterne, welche die Alten als geringerer Größe bezeichnen, strahlen heute in erster Größe am Himmel; andere dagegen haben an Lichtstärke verloren.

Möglich, daß

die Abnahme der Helligkeit einzelner Sterne

und die Zunahme des Lichtglanzes anderer, welche im Laufe der Jahrtausende allmählich eingetreten sind, gleicher Art mit dem in kürzern Perioden wiederkehrenden Lichtwechsel der Gestirne sind und daß nur die ungemessene Dauer der Perioden jener uns dieselben noch nicht hat erkennen lassen; möglich vielleicht auch, daß die ruhelose Fortbewegung unsers Sonnensystems, verbunden mit der eigenen Bewegung der Fixsterne, im Laufe der Zeit die Entfernungen einzelner Sterne so bedeutend geändert hat, daß sie uns heute in anderer Größe erscheinen wie vor Jahrtausenden, ähnlich wie die Planeten unsers Sonnensystems je nach ihrer nähern oder fernern Stellung zur Erde; möglich aber auch, daß der Grund dieser Lichtveränderungen in einer Veränderung des Lichtprocesses der Sterne selbst zu suchen ist, daß uns dieselben vielleicht Kunde bringen von der fortschreitenden Entwickelung jener Himmelskörper, daß sie vielleicht den Uebergang derselben in neue Altersstufen andeuten, daß sie sich also

etwa in ähnlicher Weise von dem periodisch wiederkehrenden Lichtwechsel unterscheiden wie die Eigenbewegung der Fixsterne von der Bewegung der Doppelsterne um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt. Wie jene das Fortschreiten der Himmelskörper durch den Raum, so deutet die allmähliche Zu- oder Abnahme des Lichts der Sterne vielleicht deren Fortentwickelung in der Zeit an, während die oben geschilderten, in kurzen Perioden wiederkehrenden Lichtwechsel, ähnlich wie die Bewegungen der Doppelsterne umeinander, der individuellen Organisation des besondern Systems angehören mögen.

Mit Sicherheit ist nun freilich von jenen im Laufe der Jahrtausende eingetretenen Lichtveränderungen fast keine einzige festzustellen. Wären die Größenangaben der Alten genau und zuverlässig, hätten ihnen zur Bestimmung derselben auch nur die Mittel zu Gebote gestanden, die uns heute wenigstens annähernde Schätzungen möglich machen, wir würden heute schon wissen, was wir jetzt nur aus einzelnen Andeutungen mit Wahrscheinlichkeit schließen können. So z. B. führt Aratus, der zwar die Eintheilung der Sterne in die sechs Größenklassen noch nicht kennt, wol aber schon den größern oder geringern Glanz derselben angemerkt hat, in seinem poetischen Sternverzeichnisse an, daß die Constellation der Leier, in der heute die glänzende Wega strahlt, nur kleine Sterne enthalte; und auch dem Sternbilde des Schwans, in welchem doch jetzt der Deneb glänzt, schreibt er nur Sterne von mittlerer Helligkeit zu. Hipparch kennt beide Sterne schon als hellleuchtende: die Wega als Stern erster Größe, und den Deneb ihr wenig nachstehend. „Würde man nun", fragt der „Kosmos", „bei den vielen Ungenauigkeiten eines die Sterne nicht selbst beobachtenden Dichters der Behauptung Glauben beimessen wollen, daß Wega in der Leier (Fidicula des Plinius, XVIII, 25) erst zwischen

den Jahren 272 und 127 vor unserer Zeitrechnung, zwischen Aratus und Hipparch, ein Stern erster Größe geworden sei?"

Sind denn aber nicht auch in unsern Tagen die Capella [166] und η Argus von Sternen niederer Größenklassen zu ähnlichem Glanze aufgestrahlt und Sterne erster Größe geblieben [167], könnte nicht Aehnliches mit jenen andern beiden Sternen in der Zeit zwischen Aratus und Hipparch wirklich geschehen sein? [168] Mögen auch die Ueberlieferungen unzuverlässig sein, nach den Beobachtungen unserer Zeit spricht wenigstens die innere Wahrscheinlichkeit nicht gegen dieselben. Arago führt noch mehrere Fälle von allmählicher Zunahme des Sternenlichts an, und was heute noch geschieht, warum sollte es damals nicht geschehen sein?

Andererseits scheint es nicht zweifelhaft, daß die Helligkeit mehrerer Sterne abgenommen hat. So z. B. bezeichnen die Alten den Castor als den größern der beiden Zwillings-

---

[166] Struve und John Herschel sahen Capella an Licht zunehmen. „Der letztere", so berichtet der „Kosmos", III, 254, „findet die Capella jetzt um vieles heller als Wega, da er sie vorher immer für schwächer annahm. Ebenso auch Galle und Heiß in jetziger Vergleichung von Capella und Wega. Der letztere findet Wega um fünf bis sechs Stufen, also mehr als eine halbe Größenklasse, schwächer."

Hierzu bemerkt indeß Zöllner in den Nachträgen zu den „Photometrischen Untersuchungen" (vgl. Note 137): „Ich weiß nicht, welcher Mittel sich die genannten Beobachter bedient haben, um zu entscheiden, welcher von den beiden Sternen die Ursache der variablen Helligkeitsdifferenz zwischen ihnen ist. Es kann dieselbe offenbar ebenso gut durch eine Veränderlichkeit Wegas, für welche meine Beobachtungen sprechen, als auch durch eine Veränderlichkeit beider Sterne erklärt werden."

[167] η Argus ist freilich neuerdings wieder aus der Reihe der Sterne erster Größe geschieden. (Vgl. Note 152.)

[168] Die photometrischen Messungen von Schwerd in Speier und von Zöllner in Leipzig haben jetzt in der That ergeben, daß Wega ein veränderlicher Stern ist. Die Angaben, „eines die Sterne nicht selbst beobachtenden Dichters" hatten also doch wol ihre Richtigkeit!

sterne, während er heute als der kleinere erscheint. Flamsteed führt die beiden ersten Sterne der Wasserschlange als vierter Größe an, und Herschel fand sie nur noch achter oder neunter Größe. Denebola im Löwen, noch von Bayer zur ersten Größe gerechnet, ist nach Arago jetzt geringer als Sterne zweiter Größe und gehört nach John Herschel gegenwärtig sogar schon in die dritte Größenklasse. Mehrere andere Lichtveränderungen, die sich aus Bayer's Katalog zu ergeben schienen, sind zweifelhaft geworden, seitdem Argelander nachgewiesen hat, daß Bayer bei Bezeichnung der Sterne in den einzelnen Bildern mit den Buchstaben des Alphabets nicht streng nach dem Grundsatze verfahren ist, die hellern Sterne mit den frühern Buchstaben zu bezeichnen.

Daß aber in jenen Regionen unaufhörliche Wechsel stattfinden, haben außer den angeführten Fällen die Vergleichungen der relativen Helligkeit verschiedener Sterne außer Zweifel gestellt, welche William Herschel den vielen andern Untersuchungen, die seine Tage und Nächte ausfüllten, hinzugefügt hat. Obschon diese Vergleichungen der Zeit nach nahe beieinander lagen, glaubte Herschel dennoch schon bei dem dreißigsten Theil der beobachteten Sterne, also bei einem unter dreißig, wirkliche Helligkeitsänderungen erkannt zu haben, und die Zeit ist vielleicht nicht mehr fern, wo auf diesem von William Herschel gezeigten Wege, durch Fortsetzung der von ihm begonnenen Vergleichungen, das Leben der Sternenwelt immer reicher und wunderbarer vor uns aufgeben wird.

Welcher Art nun auch immer alle jene bisher geschilderten Veränderungen des Sternenlichts sein mögen, was sollen wir nun erst, ruft Littrow aus, von jenen neuerschienenen Sternen denken, die an Stellen des Himmels, wo bisher kein Stern sichtbar war, plötzlich wie in Flammen auf-

zulodern schienen, um bald darauf wieder spurlos zu verschwinden!

Die neuerschienenen Sterne.

Ein solcher war vielleicht der neue Stern, der nach den chinesischen Annalen im Jahre 134 v. Chr. aufflammte, die früheste Erscheinung dieser Art, von welcher wir sichere Kunde haben; vielleicht derselbe, der dem Hipparch zu der kühnen, gottlosen That Anregung gab, die Sterne der Nachwelt gleichsam zuzuzählen, damit erkannt werden könne, ob dies öfters geschehe.

Es ist geschehen. Fast alle spätern Jahrhunderte, Abendland und Morgenland, Chinesen, Araber und Europäer, haben solche Erscheinungen geschaut; aber, wie diese Phänomene selbst spurlos vorübergingen, so waren sie auch noch lange Zeit hindurch einflußlos auf den Fortschritt der Erkenntniß.[169]

---

[169] Arago zählt als einige der merkwürdigern beglaubigten Sternerscheinungen dieser Art folgende auf:

30 n. Chr.: Ein neuer Stern zur Zeit des Kaisers Hadrian.

Von 388—398: Neuer Stern unterhalb des Adlers, zur Zeit des Kaisers Honorius.

Im 9. Jahrhundert: Außerordentlich heller Stern, beobachtet von Albumazar im funfzehnten Grade des Skorpions.

945: Ein Stern zwischen Cassiopea und Cepheus beobachtet, unter dem Kaiser Otto I.

1264: Ein Stern, der gleichfalls in der Cassiopea erschien.

1572: Berühmter neuer Stern in der Cassiopea, anhaltend beobachtet von Tycho de Brahe.

1604: Neuer Stern im Schlangenträger, von Kepler, Galilei u. a. beobachtet.

1670: Neuer Stern im Schwan, entdeckt vom Pater Anthelme.

Vollständiger ist das Verzeichniß der „neuerschienenen kurzzeitigen Sterne", welches der „Kosmos" auf Grund der historischen Berichte und insbesondere auch der Annalen der alles aufzeichnenden Chinesen zusammengestellt hat. (Kosmos, III, 220—234.)

Erst zu Tycho's Zeit, in jenem großen Jahrhundert, welches mit dem Ptolemäischen System die Grundlage der herrschenden Weltanschauung in Trümmer sinken sah, erst damals wurden auch sie Gegenstand aufmerksamerer Beobachtung, erst jetzt eine Mitanregung zu jenen neuen, durch das Gesammtwissen der Zeit nun erst genügend vorbereiteten, daher auch erst jetzt allmählich Wurzel fassenden Vorstellungen von der Fixsternwelt, die nunmehr an Stelle des ewig unveränderlichen Sternenhimmels treten sollte.

Die beiden berühmtesten, an die großen Namen des Tycho und Kepler geknüpften Erscheinungen dieser Art sind es, die nicht wenig dazu beigetragen haben, die Menschheit aus dem alten aristotelischen Traum von der Unverderblichkeit des Fixsternhimmels wach zu rütteln.

Vor allen Tycho's Stern, der am 11. Nov. 1572 plötzlich im Thronsessel der Cassiopea erschien und, wie einst der Stern des Hipparch, Anlaß wurde zu einer neuen sorgfältigern Katalogisirung der Sterne. „Als ich", so erzählt der große Reformator der Beobachtungskunst, „von meinen Reisen in Deutschland nach den dänischen Inseln zurückkehrte, verweilte ich in dem anmuthig gelegenen ehemaligen Kloster Herritzwordt bei meinem Oheim Steno Bille und hatte die Gewohnheit, erst am Abend mein chemisches Laboratorium zu verlassen. Da ich nun im Freien nach gewohnter Weise den Blick auf das mir wohlbekannte Himmelsgewölbe richtete, sah ich mit nicht zu beschreibendem Erstaunen nahe am Zenith in der Cassiopea einen strahlenden Fixstern von nie gesehener Größe. In der Aufregung glaubte ich meinen Sinnen nicht trauen zu können. Um mich zu überzeugen, daß es keine Täuschung sei, und um das Zeugniß anderer einzusammeln, holte ich meine Arbeiter aus dem Laboratorium und befragte alle vorbeifahrenden Landleute, ob sie den plötzlich auflodernden Stern ebenso sähen als ich.

Später habe ich erfahren, daß in Deutschland Fuhrleute und «anderes gemeines Volk» die Astronomen erst auf die große Erscheinung am Himmel aufmerksam gemacht hatten, was dann (wie bei den nicht vorher angekündigten Kometen) die gewohnten Schmähungen auf gelehrte Männer erneuerte."

„Den neuen Stern", fährt Tycho fort, „fand ich ohne Schweif, von keinem Nebel umgeben, allen andern Fixsternen völlig gleich, nur noch stärker funkelnd als Sterne erster Größe. Sein Lichtglanz übertraf den des Sirius, der Leier und des Jupiter. Man konnte ihn nur der Helligkeit der Venus gleichsetzen, wenn sie der Erde am nächsten steht. Menschen, die mit scharfen Augen begabt sind, erkannten bei heiterer Luft den neuen Stern bei Tage, selbst in der Mittagsstunde. Zur Nachtzeit, bei bedecktem Himmel, wenn alle andern Sterne verschleiert waren, wurde er mehrmals durch Wolken von mäßiger Dicke gesehen. Abstände von andern nahen Sternen der Cassiopea, die ich im ganzen folgenden Jahre mit vieler Sorgfalt maß, überzeugten mich von seiner völligen Unbeweglichkeit. Bereits im December 1572 fing die Lichtstärke an abzunehmen; der Stern wurde dem Jupiter gleich; im Januar 1573 war er minder hell als Jupiter."

Mit der abnehmenden Helligkeit änderte er auch die Farbe. Anfangs blendend weiß, wurde er nunmehr gelblich, dann roth[170] (Tycho vergleicht ihn mit Mars, mit

[170] Ein ähnlicher Farbenwechsel scheint schon bei jenem Stern beobachtet worden zu sein, der am 10. Dec. 173 n. Chr. nach chinesischen Annalen im Centaur erschien und nach acht Monaten wieder verschwand, „nachdem er nacheinander die fünf Farben gezeigt". Wenn der chinesische Text dies wirklich als ein „nacheinander" bezeichnet (successivement, wie Biot übersetzt), so ist nicht abzusehen, warum man dies nur auf ein „farbiges Funkeln" deuten will.

Die Stufenfolge dieses Farbenwechsels hat aber auch eine merk-

Beteigeuze und mit der rothen Färbung des Aldebaran), bis er, auch noch als Stern fünfter Größe auffallend stark funkelnd, siebzehn Monate nach seinem Erscheinen mit aschfarbenem Scheine erlosch, dem bloßen Auge wenigstens entschwand.

Aehnlich jener andere Stern, den zuerst Kepler's Schüler Brunowsky am 10. Oct. 1604 im rechten Fuße des Schlangenträgers aufleuchten sah, und der vom 17. Oct. ab von Kepler selbst genau beobachtet worden ist. Auch er übertraf alle Fixsterne erster Größe an Glanz, ebenso Jupiter und Saturn, nicht aber die Venus, und erregte namentlich durch sein starkes Funkeln die Verwunderung aller Beobachter. Im Anfang des folgenden Jahres nahm seine Helligkeit ab; im März war er nur noch dritter Größe und im Anfang des Jahres 1606 spurlos verschwunden.

Das Fernrohr war noch nicht erfunden.

Sollte es aber Zufall sein[171], daß unmittelbar nach diesen beiden, in die Dauer eines einzigen Menschenlebens fallenden wundersamen Himmelserscheinungen, denen sich im Jahre 1600 noch die eines andern neuen Sterns im Schwan

---

würdige Aehnlichkeit mit jener, welche Frankenheim bei der Mira beobachtet haben wollte (vgl. Note 146). Da sie mit der Abnahme des Lichts zugleich eintrat, steht sie mit dieser gewiß im nahen Zusammenhange, gehört also, gleichwie das Licht, dem Sterne selbst an und widerlegt somit allein schon alle jene Versuche, welche die Farben der Sterne lediglich auf subjective Täuschungen zurückführen wollen. Insbesondere aber mahnt diese Erscheinung daran, dem Farbenwechsel der veränderlichen Sterne die größte Aufmerksamkeit zu widmen; namentlich auch dem, welcher mit dem Lichtwechsel von η Argus verbunden ist (vgl. S. 249), da gerade dieser Stern bisher noch die meisten Analogien mit den neuen Sternen Tycho's und Kepler's geboten hat (Note 152). Bei dem gegenwärtigen Stande der Photometrie (vgl. Note 143) werden diese Licht- und Farbenmessungen gewiß zu überraschenden Aufschlüssen führen.

[171] Vgl. die Antwort im Anhang 2.

zugesellte, der einundzwanzig Jahre hindurch leuchtend am Himmel glänzte, daß gerade zu dieser noch durch viele andere Himmelserscheinungen ausgezeichneten Zeit, der zugleich auch durch die großartigen Entdeckungen in der Erdenheimat aufs höchste gespannte Geist sich nun auch das Werkzeug schuf, welches seinen Blick in jene Regionen trug, wo so Unerklärliches vor seinen Augen vorging, und daß mit Hülfe dieses neugeschaffenen Organs nunmehr der Erschließung des Erdenrundes jene lange Reihe von Entdeckungen in den Himmelsräumen folgte, denen die Erde selbst durch das Kopernicanische System soeben wiedergegeben war?

Daß Galilei, als die Kunde von der in Holland gemachten Erfindung des Fernrohrs nach Venedig drang, sofort das Wesentliche der Construction desselben errieth und selbständig sich ein solches zusammensetzte, um mit dessen Hülfe die Geheimnisse der Sternwelt zu enträthseln; daß ein Gleiches von Simon Marius erzählt wird, der mit dem von ihm selbst construirten Fernrohr die Monde Jupiters sogar noch acht Tage früher sah als Galilei; daß endlich einer derjenigen, welche auf die Erfindung des Fernrohrs Anspruch haben, Jakob Adriaans, mit dem Beinamen Metius, in seinem Anerbieten an die Generalstaaten Hollands vom 17. Oct. 1608 ausdrücklich sagt: „er habe durch Fleiß und Nachdenken schon seit zwei Jahren solche Instrumente construirt“, dies alles scheint uns zu beweisen, daß nicht ein Zufall den Hans Lippershey auf diese Erfindung, von der er am 2. Oct. 1608 den Generalstaaten Anzeige machte, geführt hat; daß vielmehr das ganze Sinnen jener Zeit, angeregt durch die unübersehbare Kette neuer Entdeckungen und Erfindungen, auf dieselbe gerichtet war, und daß das Fernrohr damals unzweifelhaft zu Stande gebracht worden wäre, auch wenn nicht,

wie die Sage erzählt, in deren Gewand sich ja stets die ersten Anfänge zu hüllen pflegen, „ein Unbekannter bei Lippershey erschienen wäre, scheinbar absichtslos durch zwei Linsen, eine convexe und eine concave, die er in dessen Laden ausgesucht, einen Blick gethan und dadurch diesen auf die Erfindung des Fernrohrs hingeführt hätte"; oder wenn nicht, wie eine andere Sage geht, Zacharias Jansen's Kinder, indem sie mit solchen Linsen spielten, durch dieselben den Hahn des Kirchthurms vergrößert erblickt und dadurch ihrem Vater zu jener Erfindung Anlaß gegeben hätten.

Möglich immerhin, daß solche anscheinend zufälligen Ursachen den letzten Anstoß zur Erfindung des Fernrohrs gaben, aber ähnlich, wie Aristoteles sagt: „γίγνονται ἀι στάσεις οὐ περὶ μικρῶν ἀλλ' ἐκ μικρῶν", so liegen auch die ersten Anfänge solcher Erfindungen tiefer, und es ist vollkommen treffend, was schon Arago hervorgehoben hat: „In der physischen Welt tritt keine große, ungewöhnliche Erscheinung ein ohne gewisse vorhergehende Anzeichen; dasselbe gilt auch von der intellectuellen Welt. Eine jede Entdeckung ist wie ein gewaltiger Schlag, der eine Menge kleiner Versuche in sich aufnimmt, eine Menge kleiner Thatsachen zusammenfaßt, die bis dahin unklar, ohne Zusammenhang und ohne Bedeutung dastanden. Für die Richtigkeit dieser Betrachtungen zeugt die Entdeckung des Fernrohrs vielleicht mehr als irgendeine andere Entdeckung."

Wie regelmäßig die Gesetze solcher anscheinend zufälligen Erfindungen sind, wird die nächste Zukunft lehren, für welche wir als eine Nothwendigkeit schon jetzt voraussagen können, daß bereits die nächsten Decennien Instrumente erfinden müssen[172], die es möglich

---

[172] Wir sprechen hier wie an andern Stellen von einem „Müssen", um auf das unverbrüchliche Naturgesetz hinzudeuten, welchem die Ent-

machen, Lichtstärke und Farbe der Fixsterne mit ähnlicher Genauigkeit festzustellen wie die Sternörter, ja die uns vielleicht über die physischen Ursachen derselben Aufschluß geben. Sollte dann auch irgendeine scheinbar zufällige und vielleicht auf ganz andern Gebieten[173] gemachte Beobachtung auf solche Erfindungen hinführen, so ist es doch nicht diese, sondern der nach jenen Erfindungen verlangende und suchende Geist des Menschen, der sie eben deshalb sofort zu verwerthen versteht, nicht also der Zufall, welcher die Erfindung hervorbringt. Die ersten Fäden dieser unzweifelhaft bevorstehenden Entdeckungen und Erfindungen, die uns noch Ungeahntes von jenen Welten erkennen lassen werden, gehen dann vielleicht für die späte Nachwelt in ähnlicher Weise verloren, sodaß ihr dieselben möglicherweise ebenso als Zufall erscheinen können, wie uns die Erfindung des teleskopischen Sehens in der denkwürdigen Epoche des Kepler und Galilei, während doch beide ein und demselben Antriebe ihre Entstehung verdanken, der unbefriedigten Sehnsucht, in jene Welt der Wunder einzudringen, deren Erscheinungen der Menschheit unaufhörlich neue Räthsel stellen.

Wie also damals die unerwartet aufstrahlenden Himmelserscheinungen, welche die scheinbar öden Himmelsräume plötzlich mit Leben zu erfüllen schienen, sicher eine Mitanregung gewesen sind zur Erfindung des Fernrohrs, nicht minder wie zur Geburt der Photometrie, so werden auch die nunmehr in unsern Gesichtskreis getretenen lebenkündenden Licht- und Farbenwechsel der Gestirne die Erfindung von

---

wickelung der menschlichen Erkenntniß nicht minder unterliegt wie die gesammte organische und unorganische Natur. (Vgl. Einleitung, S. 110.)

[173] Den glänzendsten Beweis hierfür liefert die Entdeckung der Spectralanalyse. (Vgl. Anhang 3.)

Werkzeugen herbeiführen helfen[174], welche uns über die Natur dieser Erscheinungen Auskunft verschaffen und sicher wieder Neues offenbaren werden, zu dessen Erkenntniß sich die Organe zu schaffen dann wieder die Aufgabe folgender Generationen bleibt.

So arbeitet der Himmel mit an der Erziehung des Menschengeschlechts und bringt uns auch hierdurch wiederum zum Bewußtsein, in wie untrennbarer Wechselbeziehung Erde und Menschheit zum Kosmos stehen.[175]

---

[174] Ja sie haben es vielleicht schon. Wenigstens zeigt das oben (Note 137 und 143) Mitgetheilte, daß wir bereits auf dem besten Wege hierzu sind.

[175] „Die Menschheit", sagt der „Kosmos", „verarbeitet in sich den Stoff, welchen die Sinne ihr darbieten. Die Erzeugnisse einer solchen Geistesarbeit gehören ebenso wesentlich zum Bereich des Kosmos als die Erscheinungen, die sich im Innern abspiegeln."

Was ohne solche Anregung aus uns geworden wäre, schildert er an einer andern Stelle:

„Nach dem, was uns die neuere Geologie über die alte Geschichte unsers Luftkreises vermuthen läßt, muß sein primitiver Zustand in Mischung und Dichte dem Durchgange des Lichts nicht günstig gewesen sein. Wenn man nun der vielfachen Processe gedenkt, welche in der Urwelt die Scheidung des Festen, des Flüssigen und Gasförmigen um die Erdrinde mögen bewirkt haben, so kann man sich nicht des Gedankens erwehren, wie nahe die Menschheit der Gefahr gewesen ist, von einer undurchsichtigern, manchen Gruppen der Vegetation wenig hinderlichen, aber die ganze Sternendecke verhüllenden Atmosphäre umgeben zu sein. Alle Kenntniß des Weltbaues wäre dann dem Forschungsgeiste entzogen geblieben. Außer uns schiene nichts Geschaffenes vorhanden zu sein als vielleicht Mond und Sonne. Wie ein isolirtes Dreigestirn würden scheinbar Sonne, Mond und Erde allein den Weltraum füllen. Eines großartigen, ja des erhabensten Theils seiner Ideen über den Kosmos beraubt, würde der Mensch aller der Anregungen entbehren, die ihn zur Lösung wichtiger Probleme seit Jahrtausenden unablässig geleitet und einen so wohlthätigen Einfluß auf die glänzendsten Fortschritte in den höhern Kreisen mathematischer Gedankenentwickelung ausgeübt haben. Ehe zur Aufzählung dessen übergegangen wird, was bereits errungen worden ist, gedenkt man gern der Gefahr,

Namentlich tritt dies hervor in der geistigen Anregung, welche jene neuen Wahrnehmungen hervorrufen. Welchen

---

der die geistige Ausbildung unsers Geschlechts entgangen ist, der physischen Hindernisse, welche dieselbe unabwendbar hätte beschränken können." (Kosmos, III, 144.)

Offenbar hat der große kosmische Denker hier durch Gegenüberstellung dessen, was nicht geschehen ist, zu dem, was wirklich geschah, nur auf die untrennbare Beziehung hinweisen wollen, in die wir zum Kosmos gestellt sind, hat uns nur die hohe Bedeutung der letztern, den wesentlichen Antheil, welchen der Himmel selbst an der Erziehung des Menschengeschlechts hat, recht anschaulich vor Augen führen wollen. Denn die Gefahr, daß die Dunsthülle der Kohlenperiode den Erdkörper auf ewig hätte umgeben können, ist wol schwerlich größer gewesen als die, in welcher sich unser eigener Körper zur Zeit seiner embryonischen Entfaltung im Mutterschose befand.

Wie unser eigener Organismus im streng gesetzmäßigen Entwickelungsproceß mit der Geburt aus dem Embryoleben in das selbständige Dasein tritt, nunmehr die Augen sich öffnen und die Eindrücke der Außenwelt das Seelenleben zur Entfaltung bringen, so hat sich auch in nicht minder gesetzmäßigem Entwickelungsproceß der Erdorganismus, nachdem er mit dem Ende der sogenannten geologischen Periode die Zeit seines embryonischen Werdens überstanden, mit dem Erscheinen des Menschen als Gesammtorganismus seinem Typus nach vollendet. Die Dunsthülle, die ihn einst in jener Embryozeit umgeben haben mag, ist geschwunden, hat sich in Wechselbeziehung mit seiner Gesammtentwickelung zur gegenwärtigen Atmosphäre herausgebildet, und vermittelt nunmehr gerade dem Auge der nun erst auf den Schauplatz getretenen Menschheit jene erhabenen Eindrücke des kosmischen Lebens, denen es frei und offen gegenübergestellt ist.

Os homini sublime dedit coelumque tueri
Jussit, et erectos ad sidera tollere vultus.

Das ist, was uns die Wirklichkeit und die Erfahrung lehrt.

Ist dem aber so, dann kann auch kein Zweifel sein, daß sowol der streng gesetzmäßige Gang der Erdentwickelung (das geologische Bild wird versuchen, denselben zur Anschauung zu bringen), als auch die „Weltstellung", die wir in Wirklichkeit einnehmen (vgl. S. 63, Note 42), eben weil sich diese als wesentlicher Factor menschlicher Entwickelung kundgibt, von vornherein jede Annahme einer Gefahr, wie die oben

Aufschwung der Speculation das Aufflammen jener neuen Sterne und anderes, wie das Erscheinen von nicht weniger als acht zu derselben Zeit (1577—1607) aus unbekannten Regionen auftauchender Kometen, herbeigeführt hat, das lehren die Schriften und vor allen auch die Thaten der Heroen jener Zeit. Schien es doch, als wollte sich mit einem mal das Werden und Vergehen der Welten den menschlichen Blicken enthüllen. Schon Jahrtausende früher hatte die reiche Phantasie der Inder von einem Weltäther geträumt, dem fünften Element, aus welchem der Himmel und die Gestirne entstanden seien; jetzt führte das Erscheinen jener neuen Sterne Tycho wie Kepler zu ähnlichen Ideen [176],

---

angedeutete, vor der uns etwa nur irgendein glücklicher Zufall bewahrt habe, vollständig ausschließt.

Lassen wir daher auf sich beruhen, was geschehen wäre, wenn dies und das eingetreten wäre oder nicht; suchen wir vielmehr zu erkennen und zu verstehen, was ist und wie es geworden.

Träumen wir aber auch andererseits nicht von der Pracht, welche uns der Himmel nach der Versicherung mancher Astronomen darbieten würde, wenn wir uns über unsere jetzige Atmosphäre erheben und die Sternenwelt etwa von der uns abgewendeten Seite des Mondes aus anschauen könnten. Ohne Zweifel würden wir dann, wie schon Aristoteles auf ähnliche Ideen Demokrit's entgegnete, gar nichts sehen. Denn unser Auge ist eben erdenhaft, ist, wie unser Körper überhaupt, gebunden an das Medium dieser unserer irdischen Atmosphäre, wie sie nun einmal ist. Hat sie denn aber nicht auch wirklich ausgereicht, die Pracht des Sternenhimmels in immer größerer Fülle und Schönheit vor dem Auge der Menschheit zu entfalten, und ist nicht dem Auge des Geistes zu schauen vergönnt, was dem Auge des Körpers versagt blieb?

[176] Wie wir durch die ganze Bildungsgeschichte der Menschheit hindurch zwei Richtungen miteinander ringen sehen, die eine, welche in hergebrachten Denk- und Glaubensvorstellungen befangen, an diesen festhält, die andere, welche zu neuer Erkenntniß emporstrebt, so auch hier; eine Bestätigung dessen, worauf wir in der Einleitung, S. 107, hingedeutet haben.

Tycho und Kepler hatten mit ihren Ideen die alte Vorstellung, daß

zur Annahme eines die Himmelsräume füllenden kosmischen Nebels oder Weltdunstes, aus welchem sich die neuen Sterne

---

am Himmel nichts sich ändern, nichts eine Wandlung erleiden könne, bereits durchbrochen; diese Vorstellung selbst aber war so leicht nicht zu überwinden; für andere bildete sie fortlebend die Grundlage aller Speculation. Hing doch auch das alte Dogma, daß der Himmel in seiner ganzen Vollkommenheit durch ein „Werde" geschaffen sei, eng zusammen mit jenem Sinnentrug; hatte doch auch dieses Dogma damals durch die aristotelisch-scholastische Philosophie neue Stützen gewonnen! Natürlich also, daß die in ihm Befangenen nicht die Grundlage desselben zerstören lassen durften. Statt daher durch das Erscheinen jener neuen Sterne auf die Idee zu kommen, daß die „Weltschöpfung" doch vielleicht noch fortgehe, interpretirten sie, ganz so, wie dies heute noch geschieht (vgl. Note 3), jene Erscheinung in die Dogmen hinein, von denen ihr Denken beherrscht wurde. Demgemäß also mußte der neue Stern so alt als die Welt, mußte er bei dem einmaligen Act der Schöpfung miterschaffen sein. Nur die größere Annäherung zur Erde, so meinte man, habe ihn sichtbar werden, seine Wiederentfernung ihn wieder verschwinden lassen. Cardanus glaubte, es sei derselbe gewesen, der den Magiern erschien und sie nach Bethlehem führte, und Theodorus von Beza fügte hinzu: seine neue Erscheinung verkünde die Wiederkunft Christi, wie er einst dessen Geburt verkündet habe. Hätte man damals schon eine Ahnung davon gehabt, daß das Licht, trotz seiner ungeheuern Geschwindigkeit von mehr als 40000 Meilen in der Secunde, schon über drei Jahre gebraucht, um auch nur eine einzige Fixsternentfernung zu durchfliegen, man würde, von allen übrigen Einwendungen ganz abgesehen, gar nicht auf die Idee gekommen sein, den Grund des Aufflammens und Erlöschens in der Annäherung oder Entfernung des Sterns von unserer Erde zu suchen. Denn schon um bei seiner Entfernung von der ersten zur zweiten Größe hinabzusinken, hätte er, selbst wenn er mit der Geschwindigkeit des Lichts durch das Weltall dahinflöge, mehr als sechs Jahre, und bis zum völligen Verschwinden unter sechster Größe, mehr als 36 Jahre gebraucht. Er verschwand aber schon nach wenigen Monaten; und vor einer Schnelligkeit der Bewegung, die er hiernach gehabt haben müßte, würde wol auch die kühnste Phantasie zurückgeschreckt sein.

Andere nahmen das Dogma von den krystallenen Himmelssphären zur Hülfe, um den Glauben zu retten, daß der neue Stern ursprünglich mit erschaffen sei, und zwar sollte er nach ihnen wiederum stets an derselben Stelle gestanden haben. Sein plötzlicher außerordentlicher

gebildet und in den sie sich wieder aufgelöst hätten. Schon Tycho stellte kühn eine derartige Theorie der Bildungs- und Gestaltungsprocesse jener Sterne auf. In der im milden Silberlichte aufdämmernden Milchstraße glaubte er den Weltdunst schon einigermaßen verdichtet zu sehen, und aus dieser, meinte er, seien die Sterne entstanden: „quo factum est, quod nova stella in ipso Galaxiae margine constiterit".

Glanz sei, wie Vallesius Coverrobianus träumte, nur dadurch veranlaßt worden, daß ein dichterer Theil der krystallenen Himmelssphäre vor den Stern getreten sei. Was er sich eigentlich hierbei gedacht hat, ist nicht klar. Arago vermuthet, jener dichtere Theil solle vielleicht nach Art der Linsen unserer Leuchtthürme gewirkt haben.

Als dann seit Kepler die Idee, daß auch die Fixsterne sich um ihre Axen drehen, platzgriff, und durch Entdeckung der die Rotation der Sonne verrathenden Sonnenflecke immer größere Wahrscheinlichkeit gewann, mußte auch sie wieder dazu dienen, die gefährdeten Dogmen vertheidigen zu helfen.

An diese Ideen anknüpfend, nimmt jetzt der Jesuit Riccioli die alte Vorstellung des Chaldäers Berosus wieder auf, durch welche dieser die Mondphasen hatte erklären wollen und meint (Almagestum novum, 1651), es gebe am Himmel gewisse Sterne, welche zur Hälfte leuchtend und zur Hälfte dunkel seien und infolge ihrer Rotation uns bald die eine, bald die andere Seite zukehrten, also ähnlich wie unsere Leuchtthürme mit „Drehfeuer oder Blickfeuer". „Will Gott den Menschen besondere Zeichen erscheinen lassen, so läßt er, wie uns Riccioli belehrt, einen von diesen Sternen sich plötzlich um seinen Mittelpunkt drehen, und durch eine ähnliche Drehung entzieht sich der Stern wiederum unsern Augen, entweder plötzlich oder allmählich, wie der Mond in seinem Umlaufe, je nach der Bewegung, die er annimmt."

Und sind denn nun heute diese und ähnliche Dogmen schon vollständig überwunden? Ist nicht auch die Wissenschaft unserer Tage noch immer und oft fast mehr von denselben beherrscht, als sie selbst ahnt oder sich gesteht? Gilt nicht auch heute noch, was Steffens im Jahre 1829 (Polemische Blätter, Heft 1, S. 4) sagte: „Nur wenige, selbst solche nicht, die ganz durchdrungen sind von der herrschenden Lehre, die bestimmend eingreifen in ihre Entwickelung, können den Einfluß einer Denkweise, die sie entschieden bekämpfen, völlig abwehren." (Vgl. S. 316.)

Ja sogar die Lücken glaubte man noch zu erkennen, wo der nebelige Himmelsstoff der Milchstraße entzogen worden sei.

Auch sein großer Nachfolger Kepler meinte, daß der neue Stern von 1604 aus der zusammengeballten Materie des Aethers entstanden wäre.

Der allerdings auffallende Umstand, daß alle[177] neuen Sterne nahe bei oder in der Milchstraße selbst aufflammten, machte bei der Unkenntniß von der Natur der Milchstraße, deren Sternenfülle damals noch kein Fernrohr enthüllt hatte, derartige Meinungen möglich. Als diese aber als ein Gürtel dichtgedrängter Sterne erkannt oder doch, soweit dies anfangs nicht möglich wurde, höchst wahrscheinlich geworden war, daß selbst dasjenige, was den ringförmigen Sternschichten der Milchstraße ein so mildes Nebellicht gibt, nichts sei als ein Aggregat teleskopischer Sternchen, mußten die Tychonischen Vermuthungen unhaltbar werden; ähnlich wie später die Ideen über die Bildung der Weltkörper aus dunstförmigen Nebeln (die sogenannte Nebelhypothese), welche sich aufgedrängt hatten, als die fortschreitende Kraft des Fernrohrs diese Gebilde in immer größerer Menge in den

---

[177] Schon Tycho und Kepler machten auf diesen Umstand aufmerksam, und der „Kosmos" weist darauf hin, daß unter den 21 von ihm aufgeführten, neu erschienenen Sternen 5 im Skorpion, 3 in der Cassiopea und im Cepheus, 4 im Schlangenträger aufgestrahlt sind. Auch die übrigen erschienen in oder nahe bei der Milchstraße, im Schwan, Centauren, Schützen und Adler, nur der Stern des Mönchs von St.-Gallen (1012) wurde fern von der Milchstraße, im Widder, gesehen.

Darf man, fragt der „Kosmos", aus der Frequenz des Aufloderns in denselben Constellationen folgern, daß in gewissen Richtungen des Weltraums, z. B. in denen, in welchen wir die Sterne des Skorpions und der Cassiopea sehen, die Bedingungen des Aufstrahlens durch örtliche Verhältnisse besonders begünstigt werden? Liegen nach diesen Richtungen hin vorzugsweise solche Gestirne, welche zu explosiven, kurzzeitigen Lichtprocessen geeignet sind?

Gesichtskreis brachte, als Bouillaud (1667), Kirch (1676) und Le Gentil (1759) in den Nebelflecken der Andromeda große Gestaltveränderungen wahrzunehmen glaubten, und als endlich William Herschel's mächtige Teleskope jene überreiche Fülle von Nebulosen an das Licht zogen, die sich nicht nur jeder Zerlegung in Sternhaufen widersetzten, sondern auch durch ihre eigenthümlichen Formen und durch ihren besondern Schimmer als Zusammenballungen einer im Weltraum verbreiteten Lichtmaterie kundzugeben schienen. Was wunder, daß William Herschel hierdurch zu ähnlichen Hypothesen kam, wie Tycho, zumal er selbst bei Vergleichung der 1780—83 und 1811 angestellten Beobachtungen Gestaltveränderungen an dem Orionnebel zu bemerken glaubte. Was wunder aber auch, daß diese Hypothesen neuem Zweifel unterworfen wurden, als Lord Rosse's Riesenteleskop nicht wenige dieser vermeintlichen Dunstmassen ganz oder doch zum Theil in Sternhaufen auflöste. Was wunder, daß es nun wieder fraglich wurde, ob es überhaupt, objectiv genommen, unauflösbare Nebel gibt, sodaß selbst der große Sohn des Astronomen von Slough nun die Ansicht aussprach, daß alle Nebelflecke nichts als Sternhaufen seien: eine Ansicht, welche durch die wunderbaren Ergebnisse der Spectralanalyse, die sich bereits an die Nebelflecke gewagt und unter diesen nun wirklich solche von „gasartiger Natur" aufgefunden hat, von neuem erschüttert worden ist.[178]

---

[178] Bei Betrachtung jener Wunderwelt der Nebulosen werden wir näher hierauf eingehen. Die überaus wichtige Entdeckung, welche neuerdings Huggins und Miller in England durch opto-chemische Analyse der Himmelskörper geglückt ist, dürfte aber schon hier am Platze sein. Die genannten Gelehrten haben nämlich mit Hülfe eines eigens hierzu construirten Spectralapparats acht Nebelflecke untersucht, welche in John Herschel's Nebelkatalog sämmtlich als sogenannte planetarische Nebel aufgeführt sind. Das höchst merkwürdige Resultat dieser

So bewährt sich auch an diesen Hypothesen wieder das treffende Wort Forster's, „daß unsere Vorstellungen stets

---

Untersuchungen ist: „Die Spectren dieser Nebelflecke sind weder denen der Fixsterne, noch denen der Sonne ähnlich; sie zeigen nicht dunkle Linien auf hellem Grunde, sondern umgekehrt, helle Linien auf dunkelm Grunde. Diese Nebelflecke müssen also, nach dem was die Spectralanalyse lehrt (vgl. Anhang 3), glühende Gasmassen ohne Kern sein. Stickstoff und Wasserstoff scheinen die Hauptbestandtheile derselben zu bilden." (Philosophical Transactions, 1864, S. 437—444.)

Außer den angeführten acht planetarischen Nebeln haben dieselben Gelehrten dann auch noch andere mehr bekannte Nebelflecke, so den großen Andromeda-Nebel (Nr. 116 des Herschel'schen Katalogs), den Nebel im Hercules (Very bright globular cluster of stars, Nr. 4294) und einige andere spectralanalytisch untersucht; und diese wiederum haben sich als ausgebildete Astralsysteme documentirt, denn sie lieferten ein Spectrum, ähnlich dem der Fixsterne, mit mehr oder weniger dunkeln Linien, wogegen von den bei den planetarischen Nebeln wahrgenommenen hellen Linien durchaus nichts zu sehen war.

Gegen die hieraus über die Natur der Nebel gezogenen Folgerungen ist nun allerdings der beachtenswerthe Einwand erhoben, daß wir möglicherweise wegen der Schwäche des Spectrums jener lichtschwachen Nebelflecke nur die hellern Theile desselben sehen, während uns die dunkeln eben wegen dieser Lichtschwäche verborgen bleiben; daß also die Aehnlichkeit des Spectrums mit dem glühender Gase nur eine scheinbare, nur Folge der Unvollkommenheit unserer Hülfsmittel ist (und in der That hat Secchi von einem bereits zweifellos in Sterne aufgelösten Nebelfleck in der Hydra ein Spectrum erhalten, das nur aus einzelnen hellen Linien bestand); nichtsdestoweniger aber haben jene Ergebnisse der Spectralanalyse den in der letzten Zeit vielleicht allzu sehr zurückgedrängten und von den neuern Astronomen bekämpften Ideen William Herschel's vorläufig wenigstens wiederum neuen Halt gegeben; wiederum dürfen wir annehmen, daß nicht alle Nebelflecke Sternhaufen sind, daß wir in einem Theil derselben noch den ungeballten Weltstoff in den verschiedensten Stadien der Ausbildung vor uns haben. Natürlich also, daß diese Ideen sofort wieder aufleben und daß wir bereits Zöllner den Versuch machen sehen, „die verschiedenen Erscheinungen, welche uns die Himmelskörper darbieten, sämmtlich als Consequenzen der Hypothese Kant's und Herschel's von der ursprünglich

von dem abhängen, was durch die zwei kleinen Oeffnungen der Pupille fällt und die Schwingungen des Gehirns erregt"; und es wird klar, wie jede neue Beobachtung die früher gewonnenen Anschauungen unaufhörlich berichtigen, ergänzen und umgestalten muß. Wir glauben daher nicht zu irren, wenn wir hierin mehr sehen als „ewig wechselnde Schwankungen in der Gedankenwelt", wie der „Kosmos" sagt; wenn wir vielmehr hierdurch bestätigt finden, daß der Fortschritt der Erkenntniß demselben unverbrüchlichen Naturgesetze unterworfen ist, welches in so mannichfaltigen Anwendungen das Ganze der Naturerscheinungen durchdringt, nämlich dem Gesetze organischen Werdens, „nach dem in jeder organischen Entwickelung das nachfolgende Moment immer etwas von dem Vorhergehenden wieder aufhebt und zerstört": ein Gesetz, „welches wir bei jeder aus Samen aufsteigenden Pflanze, wie in allen Entwickelungserscheinungen der Thierwelt sich bestätigen sehen, wo gleichfalls die eine Periode stets Wesentliches der vorhergehenden aufhebt, ja vernichtet". (Carus, Natur und Idee.)

Ist nun diesem Gesetz auch die geistige Entwickelung unterworfen, so mahnt uns dies, nicht zu früh aus einzelnen Erscheinungen, deren nächste Ursachen noch in Dunkel gehüllt sind, allgemeine Theorien zur Erklärung des Ganzen abzuleiten. Ringt dennoch eine jede Zeit mit den Mitteln, die ihr zu Gebote stehen, dieser Erkenntniß nach, so gehorcht sie eben wieder nur jenem Gesetz, nur daß sie sich bewußt bleibe, daß, was sie überhaupt erreichen kann, immer nur eine der vielen auseinander hervorgehenden Zellen ist, aus denen allmählich das Ganze emporwächst. Kann sie darum auch

---

glühend-gasförmigen Vertheilung der Materie im Weltraum und ihrer allmählichen Verdichtung darzustellen. (Vgl. Note 162 und Anhang 5.)

. . . . selber kein Ganzes
Werden, als dienendes Glied schließt sie dem Ganzen sich an.

In diesem Sinne erscheinen denn auch jene, wie der „Kosmos" sagt, der Tychonischen Zeit angehörigen Hypothesen selbst heute noch berechtigt; denn noch immer dürfen wir mit Littrow ahnend fragen: Sind jene plötzlich aufflammenden Sterne etwa dunkle Weltkörper von gewaltigem Umfang, die, in Brand gerathen, Millionen von Meilen rings um sich mit dem Lichte ihrer Flammen erfüllten und dann vielleicht für immer erloschen und ihre Asche in den Weltraum zerstreuten? War also dieser helle Glanz, mit dem sie eine Zeit hindurch am Himmel zu prangen schienen, nur der Verkünder einer untergehenden Welt, die uns durch ihr Auflodern den furchtbaren Tag ihres Untergangs anzeigte?

Der auch vom „Kosmos" hervorgehobene Umstand, daß fast alle mit einer ungeheuern Lichtstärke als Sterne erster Größe und selbst stärker funkelnd wie diese, plötzlich aufgelodert sind, scheint für jene Ahnung zu sprechen, da sich ein so plötzliches Anwachsen des Glanzes aus der Bewegung der Sterne auf uns zu ebenso wenig erklären läßt, wie ihr Verschwinden nach wenigen Monaten durch ihre Entfernung von uns [179]; andererseits aber auch diese Lichterscheinungen ganz eigenthümlicher Art und von denen abweichend sind, welche die periodisch veränderlichen Sterne oder jene andern darbieten, deren Helligkeit im Laufe der Jahrtausende allmählich zu- oder abgenommen hat. Alle Berichte lassen

[179] Selbst die stärksten bisher bekannten eigenen Bewegungen der Fixsterne könnten eine solche Größenveränderung erst nach Jahrtausenden bewirken. Nach Mädler würde z. B. ein Stern, der mit gleicher Geschwindigkeit, wie ein für jetzt die schnellste Bewegung zeigender Stern siebenter Größe im Großen Bären, sich direct auf unsere Sonne zu bewegte, 14000 Jahre gebrauchen, um seine Entfernung von der Sonne auf die Hälfte herabzubringen, und dadurch würde er nur um eine oder anderthalb Größen zugenommen haben!

dies erkennen, insbesondere auch der über den merkwürdigen Stern des Mönchs von St.-Gallen, der im Jahre 1012 in ungewöhnlicher Größe im Zeichen des Widders mit einem die Augen blendenden Glanze aufflammte und in wunderbarer Weise bald größer bald kleiner erschien, bald gar nicht sichtbar war. Schon Newton hielt für möglich, daß ein Planet sich in seine Sonne gestürzt habe und in Flammen aufgehe; und Chladni nannte diese Erscheinung geradezu „den Brand und die Zerstörung des Sterns"; war er doch auch derjenige, der uns zuerst den Brand und die Zerstörung der Meteore in ihrer wahren Natur als kosmische Phänomene hatte erkennen lassen! Ja es könnte sich fragen, ob dort wirklich nur ein einzelner Weltkörper, ob nicht vielleicht ganze Fixsternsysteme[180] im Weltenbrande er-

[180] Das Imposante eines solchen Phänomens kann nur gehörig gewürdigt werden, wenn man sich die Größenverhältnisse sowol der Entfernungen wie des Umfangs solcher Welten, die uns als leuchtende Punkte erscheinen, ins Gedächtniß zurückruft. Für den Umfang derjenigen Weltobjecte, die keine jährliche Parallaxe zeigen, haben wir durchaus keinen Maßstab, selbst dann nicht, wenn sie einen scheinbaren Durchmesser haben. Sie sind, wie wir wissen, jedenfalls mehr als eine Sternweite von uns entfernt; aber wie viel mehr, das wissen wir nicht. Nach Herschel's Schätzung gibt es unter den durch starke Teleskope noch wahrnehmbaren Sternen solche, die bis 500 Sternweiten von uns abstehen; und wir sehen außer den Sternen noch andere Weltobjecte, die Nebel, welche nach der Schätzung desselben Astronomen bis zu 300000 Sternweiten von uns entfernt sein mögen: Nebel, welche nur einige Bogensecunden im Durchmesser haben und welche doch wahrscheinlich große Astralsysteme sind.

Wir können daher nicht unterscheiden, ob jene neu auflodernden Lichtpunkte, welche ganz oder theilweise wieder verschwinden, uns den Jüngsten Tag eines einzelnen Weltkörpers, oder ganzer ausgestorbener Astralwelten verkünden. Beides ist möglich; denn gewiß ist richtig, was Heß hinzufügt: das Gesetz, welches diesem Phänomene zu Grunde liegt, hat im Ganzen wie im Einzelnen seine vollgültige Berechtigung. (Vgl. Anhang 5.)

löschen; denn über die wirkliche Entfernung dieser Lichtpunkte wissen wir für jetzt durchaus nichts. Wer sagt uns daher, daß es ein einzelner Stern ist, den wir sehen, da sich bereits Nebelflecke von scheinbar kleinerer Größe als ganze Sternsysteme enthüllt haben, die weit außerhalb unserer Fixsterninsel stehen. Könnte dasselbe nicht auch mit diesen Erscheinungen der Fall sein?

Andererseits freilich hebt der „Kosmos" zur Erklärung des Erlöschens dieser Glanzerscheinungen nicht mit Unrecht hervor: „Was wir nicht mehr sehen, ist darum nicht untergegangen"; und auch Mädler betont, daß ein Verlöschen des Glanzes nicht nothwendig mit einer Vernichtung des Sterns zusammenfalle; ja Bessel erklärt ganz bestimmt, „daß der berühmte Tychonische Stern unsichtbar noch vorhanden, ist nicht zweifelhaft". Möglich bleibt allerdings, daß jene Sterne doch vielleicht nur in langen Perioden veränderliche Sterne sein können, wenn auch Thatsachen für diese Meinung bisher noch nicht vorliegen. Denn bisher ist noch keiner derselben wieder erschienen, es sei denn, daß der Stern Tycho's ein und derselbe wäre mit jenen beiden frühern, welche nach dem Zeugniß des böhmischen Astronomen Leovitius an eben jener Stelle des Himmels, der eine im Jahre 945, der andere im Jahre 1264 aufgestrahlt sein sollen. Wäre die Angabe richtig (die handschriftliche Chronik, aus welcher Leovitius geschöpft zu haben versichert, ist leider nicht mehr aufzufinden), dann dürfte vielleicht Tycho's Stern im Jahre 1886 oder 1887 von neuem aufstrahlen und hiermit die Lösung einer großen Frage bringen, oder doch wenigstens der Ansicht, daß die neuen Sterne nur veränderliche seien, größern Halt gewähren. Rümker, der alle, auch die kleinsten Sterne in einem großen Umkreise um den von Argelander nach Tychonischen Messungen bestimmten Ort jenes Sterns genau verzeichnet hat, damit diese Gegend

überwacht und das Wiedererscheinen desselben leicht bemerkt werden könne, hat gerade an der Stelle, wo Tycho's Stern verschwand, ein Sternchen zehnter bis elfter Größe entdeckt, welches Argelander früher weder in Åbo noch in Bonn dort gesehen hatte. Sollte sich wirklich der Tychonische Stern schon anmelden? Denn wären die verschwundenen in der That nur in langen Zeiträumen veränderliche Sterne, so läßt sich erwarten, daß sie bei dem gegenwärtigen Zustande der Fernröhre schon gesehen werden lange zuvor, ehe sie zur ersten Größe angewachsen sind. Indeß schon Arago hat nachgewiesen, wie unwahrscheinlich es sei, daß Tycho's Stern unter die Zahl der periodisch veränderlichen gehöre, und wol mit Recht hebt der „Kosmos" hervor: „Nichts scheint bisher zu berechtigen, alle neu erschienenen Sterne für veränderlich und zwar in langen, uns wegen ihrer Länge unbekannt gebliebenen Perioden zu halten."

Somit wird sich das Endresultat dessen, was bisher von diesen Erscheinungen erkannt ist, wol in die Worte Lamont's zusammenfassen lassen: „Die wenigen Thatsachen, die jetzt noch vorliegen, können eine Erklärung derselben nicht genügend begründen." Wenn nun trotzdem Lamont die Frage dennoch wieder im voraus entscheidet, indem er die erste Ansicht, daß das Verschwinden zugleich ein Zerstören der Weltkörper sei, als eine allen sichern astronomischen Erfahrungen widersprechende erklärt, so will uns bedünken, als ob hier nicht sowol diese letztern, als vielmehr dogmatische Ansichten ihren Einfluß geübt hätten; wie denn überhaupt unsere Astronomen, wenn auch nicht mehr an der aristotelisch-scholastischen Unverderblichkeit des Sternenhimmels, so doch immer noch an dem Dogma von der Ewigkeit der Himmelskörper mehr als zu sehr festzuhalten scheinen. Die bisher vorliegenden astronomischen Er-

fahrungen reichen allerdings nicht aus, jene erste Ansicht vom Vergehen der Weltkörper im Weltenbrande zur Gewißheit zu erheben; aber noch viel weniger sind sie dazu angethan, die Ewigkeit derselben zu beweisen und die oft wiederkehrende Behauptung zu rechtfertigen, „ihr Bestand sei für alle Zukunft gesichert". Natur und Denkgesetze scheinen vielmehr mit unabweisbarer Consequenz zur entgegengesetzten Folgerung zu führen; denn nur um eine solche, nicht um ein durch die Erfahrung gewonnenes Ergebniß der astronomischen Fachwissenschaft handelt es sich hier. Was aber diese bisher festzustellen vermocht hat, scheint uns gerade jene Folgerung zu bestätigen und zu bewahrheiten, was der große Denker von Königsberg in der Naturgeschichte des Himmels sagt: „Alles was *endlich* ist, was einen *Anfang* und *Ursprung* hat, hat das Merkmal seiner eingeschränkten Natur in sich; es muß vergehen und ein Ende haben. Die Dauer eines Weltbaues hat durch die Vortrefflichkeit ihrer Einrichtung eine Beständigkeit in sich, die unsern Begriffen nach einer unendlichen Dauer nahe kommt. Vielleicht werden tausend, vielleicht Millionen Jahrhunderte sie nicht vernichten; allein weil die Eitelkeit, die an den endlichen Naturen haftet, beständig an ihrer Zerstörung arbeitet, so wird die Ewigkeit alle möglichen Perioden in sich halten, um durch einen allmählichen Verfall den Zeitpunkt ihres Untergangs doch endlich herbeizuführen."

Mit einem Worte: Alles Einzelleben vergeht, nur der Weltorganismus besteht, der sich auferbaut aus der Allheit der endlichen Erscheinungen.

Das Ewige regt sich fort in allen;
Denn alles muß in nichts zerfallen,
Wenn es im *Sein* beharren will. (*Goethe*.)

Wir werden im letzten Abschnitt näher hierauf eingehen und wollen vorläufig nur daran erinnern, daß die Aërolithen,

die sich jetzt endlich, wie Mädler sagt, ihre Stelle unter den Weltkörpern erkämpft haben [181], in unzähligen Mengen wirklich untergehen, indem sie, der Erde begegnend, auf dieser ihr Grab finden und somit vor unsern Augen ihre selbständige kosmische Laufbahn beenden. Sind es auch nur die Kleinsten der Kleinen, sind es auch nur die Infusorien unter den Weltkörpern, sie geben uns doch den handgreiflichen Beweis, daß wirklich Weltkörper in Flammen auflodernd erlöschen und aufhören können, selbständige Weltkörper zu sein, um andern eingefügt, Stoff zu geben zu neuen Bildungen. Was berechtigt uns, die Großen freizusprechen von dem Schicksal der Kleinen, sie ewig zu „glauben“ im Widerspruche mit der astronomischen Thatsache, daß wirklich schon nicht wenige dieser Großen nach kurzem Auflodern verschwunden und nicht wieder erschienen sind? Denn wenn auch richtig bleibt, was der „Kosmos“ sagt: „dunkle Weltkörper können durch einen erneuerten Lichtproceß plötzlich wieder aufstrahlen“, so bleibt darum doch nicht minder möglich, daß auch jene als Weltkörper wirklich untergingen, um, wie Littrow meint, ihre Asche auszustreuen in den Weltraum. Wie, wenn die Meteore solche Asche, solche Weltsplitter wären, die in den Bereich anderer Sonnensysteme gerathend, dort zu neuen Lebensprocessen ihren Beitrag liefern; sei es als Nahrung für den Urquell der Wärme und des Lichts, für die Sonne, sei es als unmittelbare Theilnehmer an dem Bildungsprocesse der Erden. Denn Vernichtung des Stoffes selbst war der Untergang jener Weltkörper gewiß nicht. Der ewige scheinbare Weltwechsel des Werdens und Vergehens ist vielmehr, wie schon Empedokles geahnt, nicht Vernichtung,

---

[181] Wie viele Jahrtausende aber mußten vergehen, bevor diese Erkenntniß gewonnen wurde! (Vgl. Anhang 4.)

sondern Uebergang der Stoffe in neue Formen, in Mischungen, die neue Processe bedingen. Ebendies aber setzt voraus, daß sie in ihrer frühern Individualität wirklich untergegangen sind. Und entspricht dies nicht allem, was uns die Natur lehrt? „Sie scheint alles auf Individualität angelegt zu haben und macht sich nichts aus den Individuen.“ Sind nicht wir selbst „das Meisterstück der Schöpfung“, ein lebendiges Beispiel für dieses Goethe'sche Wort? Und dort sollte nicht dasselbe Gesetz herrschen wie hier; sollte nicht wie hier „ein ewig Kommen sein und ewig Gehen“, ein Aufflammen und Erlöschen?

Leider ist der Menschheit seit Tycho's und Kepler's Tagen nicht wieder vergönnt gewesen, so mächtige Glanzerscheinungen aufflammen zu sehen.[182] Nur wenige neue Sterne sind seitdem beobachtet worden, und alle nur geringerer Größe. So im Jahre 1670 ein Stern dritter Größe, der sich bis 1672 unverändert erhielt und seitdem nicht wieder gesehen wurde; dann erst wieder 1848 ein Stern fünfter Größe im Schlangenträger, der allmählich verschwand; 1850 ein glänzend rother Stern sechster Größe, der gleichfalls wieder verschwunden ist, wie endlich noch ein von 1852—55 beobachteter Stern neunter Größe neben einem isolirtstehenden Stern sechster Größe.

Auch diese neu auftauchenden Sterne sind also erloschen oder doch wenigstens für unser Auge verschwunden, nur ein einziger leuchtet noch heute am Firmament, der schon oben erwähnte Stern im Schwan (34 Cygni), welcher im Jahre 1600 als Stern dritter Größe erschien (die angebliche erste Größe ist wenigstens nicht verbürgt). Er nahm besonders seit 1619 an Helligkeit ab. Cassini sah ihn 1650 wieder bis

[182] Vgl. indeß Note 152.

zur dritten Größe anwachsen und dann verschwinden. Hevel fand ihn 1665 sehr klein wieder auf, dann wurde er größer, wuchs aber nicht bis zur dritten Größe an. 1667 und 1682 war er nur noch sechster Größe, und diese hat er bis heute behalten, als der allein übriggebliebene Zeuge jener neuen Ankömmlinge in der Sternenwelt. Vielleicht gehört er aber ebendeshalb einer andern Art von Erscheinungen an als jene, die nach kurzem Auflodern spurlos verschwunden sind; wie denn auch die neueste dieser Erscheinungen, der Stern siebenter Größe, den Auwers 1860 im Skorpion mitten in einem Nebelfleck auftauchen sah, bereits wieder im Verschwinden ist (vgl. Note 159).

Minder sicher als das Erlöschen dieser räthselhaften Fremdlinge ist

Das Verschwinden alter längst bekannter Sterne;

und doch war dies die erste Veränderung, die man am Fixsternhimmel bemerkte, noch lange bevor man auf die Bewegungen und auf die Licht- und Farbenwechsel der Fixsterne aufmerksam wurde. Das Alterthum hatte begonnen, sie zu katalogisiren, sie nach Ort und Größe zu ordnen und zu bestimmen; noch vor Ablauf des Mittelalters sollte man die erste Wahrnehmung machen, daß jenes Himmelsinventar des „Almagest“ mit dem damaligen Zustande des Fixsternhimmels schon nicht mehr übereinstimme, daß bereits mehrere Sterne verschwunden waren. Um die Zeit, als in Samarkand die Astronomie der Araber unter den Timuriden noch eine schöne Nachblüte feierte, wurde Ulugh-Beig gewahr, daß Sterne, die in ältern Katalogen verzeichnet sind, nicht mehr am Himmel stehen. In der Vorrede zu seinem eigenen Katalog (1437) äußert er: „daß ein

Stern im Fuhrmann, daß der elfte Stern im Wolf, ferner sechs Sterne, darunter vier von der dritten Größe, in der Nähe des südlichen Fisches, die alle in den Katalogen des Ptolemäus und Abderrahman-Suphi vorkommen, nicht mehr sichtbar seien". Noch aber war die Zeit nicht reif, noch war das Dogma von der Unveränderlichkeit des Sternenhimmels zu fest gewurzelt, als daß solche vereinzelte Wahrnehmungen, die sich ja allenfalls auch durch Mängel der Beobachtung und durch Ungenauigkeit der Ueberlieferung erklären ließen, jene Vorstellung hätte erschüttern und zu neuen führen können. Erst als nun bald darauf die Wissenschaften und vor allem die Astronomie im Abendlande wieder auflebten, als das Fernrohr erfunden und die Bestimmung der Sternörter genauer geworden war, als endlich die Fixstern-Astronomie durch William Herschel ihre festen Grundlagen erhalten hatte, wurden auch diese Erscheinungen, und zwar zunächst durch Herschel selbst, aufmerksamer verfolgt. Mit vollständiger Sicherheit ist freilich selbst heute noch kein Fall festgestellt. Einer der zuverlässigsten ist das Verschwinden von 55 Herculis, den Flamsteed als Stern fünfter Größe verzeichnet hat. Am 10. Oct. 1781 sah ihn William Herschel deutlich und bemerkte, daß er röthlich war; am 11. April 1782 sah er ihn wiederum und trug ihn in sein Tagebuch als einen gewöhnlichen Stern ein; am 24. März 1791 war keine Spur von ihm übriggeblieben. Wiederholte Versuche ergaben am 25. kein anderes Resultat, und auch bisjetzt ist er nicht wieder aufgefunden worden. Einige andere von Flammsteed beobachtete Sterne, wie 42 Virginis, stehen gleichfalls nicht mehr am Himmel; aber, meint Mädler, „da in seinem Katalog mehrere Verwechselungen nachweisbar sind, so könnte auch hier eine solche vorliegen"; wogegen indeß Littrow wieder, und wol mit Recht, bemerkt: „Manche

dieser Lücken mögen allerdings ihren Ursprung Irrthümern in der Beobachtung, Schreib- und Rechnungsfehlern und dergleichen Dingen verdanken —

quas humana parum cavit natura;

aber es ist sehr unwahrscheinlich, daß alle vermißten Sterne aus diesem Grunde erklärt werden sollten"; ja, ein John Herschel (Populäre Astronomie, S. 468) sagt sogar ganz bestimmt: „In vielen Fällen ist es ausgemacht, daß in der Beobachtung und Eintragung kein Fehler stattfindet, und daß der Stern gewiß beobachtet und ebenso gewiß vom Himmel verschwunden ist."

Besonders häufig sind die Fälle des Verschwindens, wie leicht erklärlich, bei der ungeheuern Menge der teleskopischen Sterne. Unter den 4300 Sternen, welche Groombridge von 1806—14 beobachtete, hat Johnson in Oxford bei einer Durchbeobachtung derselben (von 1840—52) einige zwanzig vermißt. Von den zahlreichen Sternen des aus neuester Zeit datirenden „Markree Catalogue" fehlen jetzt schon 77. Einige von ihnen, so erläutert dies Mädler, können kleine Planeten gewesen sein; andere sind vielleicht nur durch fehlerhafte Ortspositionen in den Katalog gekommen; die Mehrzahl dieser „Vermißten" ist aber wol blos nicht mehr hell genug, um von uns aufgefunden zu werden, und wird, wenn die Veränderlichkeit periodisch ist, künftig wieder zum Vorschein kommen.

Wenn! Aber wenn nicht? Wenn ihr Verschwinden dennoch der Anfang ihres Endes wäre? Welcher Sterbliche darf bei dem gegenwärtigen Zustande unsers Wissens hierüber ein Endurtheil fällen wollen? Warum müssen denn durchaus alle diese Sterne nur veränderliche sein? Bei der wissenschaftlichen Ergründung wichtiger Naturerscheinungen im Kosmos — dieses mahnende Wort des großen Denkers

sollte nie vergessen werden — gebietet die Vorsicht, nicht allzu früh miteinander zu verketten, was noch in seinen nächsten Ursachen in Dunkel gehüllt ist. Für jetzt steht nur das Eine fest, daß viele Sterne verschwunden und, wenigstens bisher, nicht wieder erschienen sind; mögen sie nun als dunkle Sonnen dahinwandeln durch das Universum, um später zu erneuertem Lichtproceß aufzuflammen, oder mögen sie uns ein Zeugniß sein, daß auch dort in jenen Regionen Tod und Leben ineinandergreifen, daß sie als Weltkörper untergingen, um im ewigen Kreislauf der Dinge mit ihren Leibern Stoff zu geben zu neuen Bildungen.

So sehen wir denn staunend die prophetische Ahnung des Hipparch schon jetzt bei den ersten, noch überaus dürftigen (und doch erst nach mehrtausendjähriger Arbeit gewonnenen) Einblicken in das Universum sich in einem Umfange erfüllen, der auch die kühnsten Vorstellungen früherer Jahrhunderte weit hinter sich zurückläßt.

Anne moverentur et eae quas putamus affixas? fragt ahnend Hipparch — und die festgeglaubten Himmelskörper bewegen sich; an crescerent minuerenturque? — sie nehmen zu an Glanz und nehmen ab, ja sie ändern auch ihre Farbe; an obirent nascerenturve? — es flammen neue auf, um bald wieder zu verschwinden, ja selbst die alten ewigen Sterne erlöschen.

Das Wort des Manilius:

Nimmer in einem der Glieder versehrt, glänzt ewig der Himmel —

hat aufgehört wahr zu sein.

Wie ihn die Väter geschaut, so schaun ihn die Enkel gewiß nicht.

Hiermit ist für immer alle Ruhe des Seins dahingeschwunden aus der Sternenwelt, ist die Umgestaltung der Weltanschauung vollendet, die mit der verhängnißvollen

That des Kopernicus ins Leben trat. „Erkenntniß ist auf Erkenntniß, Sünde ist auf Sünde" gefolgt. Alle jene Dogmen sind zerstört, welche den Blick der Menschheit Jahrtausende hindurch umfangen hielten. Eine neue Welt hat sich vor ihm aufgethan. In unendlich verschlungenen Bahnen schweben die Welten dahin, durch den Wechsel von Glanz und Farbe uns Kunde gebend von den Lebensprocessen, die auf und mit ihnen vorgehen, von der unaufhörlichen Umgestaltung alles Daseins, von dem ewigen Fluß der Dinge in der Unendlichkeit von Raum und Zeit; und in staunender Bewunderung ringt der Geist, die Ordnung zu finden, welche dieses Chaos der Erscheinungen beherrscht, sucht er die Stelle und das Verhältniß zu erkennen, in welchem er mit seinem Himmelskörper Erde, ja mit dem ganzen in jenem Glanzgedränge fast verschwindenden Sonnensystem zu jener Welt von Welten steht.

So rang die Menschheit seit den Jahrtausenden, von denen die Geschichte Kunde gibt. Tiefer und tiefer drang das Körper- und Geistesauge ein in die Geheimnisse der Sternenwelt; mehr und mehr sanken die Nebel dahin, hinter welchen das große Naturbild des Kosmos verborgen ruht.

Was wir bereits überall angedeutet haben, was uns der Entwickelungsgang einer jeden der vielen ineinandergreifenden Erkenntnißreihen, aus denen das Gesammtwissen der Gegenwart hervorgegangen ist, mehr oder weniger deutlich erkennen läßt, das tritt uns vor allem in der Entwickelung des kosmischen Wissens wie in einem G e s a m m t b i l d e am Himmel selbst vor Augen:

die innere Einheit der gesammten menschlichen Erkenntniß und das Werden und Wachsen derselben im Entwickelungsgange der Geschichte.

Versuchen wir daher eine Anschauung hiervon zu gewin-

nen, indem wir diese Entwickelung in ihren großen Zügen verfolgen und nunmehr an uns vorübergehen lassen:

wie schon die äußere Anordnung des Sternenhimmels mit dem bunten Gewebe der Bilder und Sterne und den vielsprachigen Namen und Bezeichnungen uns das Culturgewebe der Jahrhunderte gleichsam wie in einem Spiegelbilde vor Augen führt (Abschnitt IV);

wie die innere Ordnung im allgemeinen und das jedesmal hiervon Erkannte, die Vorstellungen einer jeden Zeit vom Bau der Welt, die Grundlage gewesen ihrer Ideengebäude, ihres Denkens und Glaubens (Abschnitt V);

wie die wahre Ordnung unsers besondern Systems (des Sonnensystems) allmählich gefunden, und auf das Weltall übertragen, zur Mechanik des Himmels geworden ist, um nunmehr mit der beginnenden Kenntniß von der Physik des Himmels zu Ahnungen hinüberzuführen vom Organismus des Weltalls (Abschnitt VI);

und was endlich die Menschheit gedacht und geträumt vom Werden und Vergehen der Welten, von den ersten Ideen über „Erschaffung der Welt", von den ältesten Schöpfungsmythen an, bis herab zu den Hypothesen und Ahnungen der Gegenwart vom Werden und Vergehen der Himmelskörper im geheimnißvollen Kreislauf der Dinge (Abschnitt VII).

Sind es auch zunächst nur einzelne Zellengänge der Gesammtentwickelung, die uns mit diesen Entwickelungsreihen der kosmischen Erkenntnisse bloßgelegt werden: es sind die wichtigsten und bedeutungsvollsten, sind diejenigen, aus denen emporgewachsen ist der Himmel der Gegenwart, die Weltanschauung des Heute.

Ebendeshalb müssen sie den Anfang bilden. Denn gewiß hat Herder [183] (und bei solcher Auffassung wol erst vollständig) recht:

„Vom Himmel muß unsere Philosophie der Geschichte des menschlichen Geschlechts anfangen, wenn sie einigermaßen diesen Namen verdienen soll."

---

[183] Vgl. Herder, Ideen zur Philosophie der Geschichte der Menschheit, S. 1, und das Motto zu Abschnitt I aus Röth, Geschichte der Philosophie.

Anhang.

1.
Die Sonne.

Die Sonne, einst göttlich verehrt, und heute — ein Gegenstand chemischer Forschung! Welch unübersehbare Fülle intellectueller Entwickelung liegt zwischen diesem Sonst und Jetzt! Einst wie eine Gottheit angebetet, soll uns heute die Sonne Rechenschaft geben von den Stoffen, aus denen sie besteht, soll sie uns die Frage beantworten, wodurch jener großartige Licht- und Wärmeproceß zu Stande kommt, der die Bedingung des gesammten Erdendaseins ist, soll sie uns nun auch die Räthsel der Fixsternwelt lösen helfen! In der That, könnte es heute noch in Frage kommen, ob in der Geschichte der Menschheit nur Aufzug dem Aufzug folgt, oder ob die Geistesarbeit der Jahrtausende sich nach festen Gesetzen allmählich zum Ganzen webt, zu immer wachsender, höherer Erkenntniß; schon ein flüchtiger Hinblick auf die Geschichte dessen, was im Laufe der hinter uns liegenden Jahrhunderte das wundersame Ineinandergreifen der Beobachtungen und Forschungen aller Völker und Zeiten von den Geheimnissen des Sonnenballs enträthselt hat, wie wenig es auch noch ist, es allein schon reicht aus, jeden Zweifel zu beseitigen, reicht aus, uns den, wenn auch langsamen, doch stetigen Fortschritt der menschlichen Erkenntniß zur Anschauung zu bringen; zugleich aber auch: wie der Himmel mitwirkt an der Erziehung des Menschengeschlechts, wie eng die Glaubensvorstellungen einer jeden Zeit mit den kosmischen Erkenntnissen verknüpft, ja wie

sie geradehin durch diese bedingt sind, wie mit dem Fortschritt derselben auch jene sich unaufhörlich umgestalten und läutern.

Im frühesten Kindesalter des Menschengeschlechts, in den Jahrtausenden jenseit der Thales-Zeit, als noch der Einfluß unerkannter Naturgewalten vorwiegend auf die Gestaltung der Glaubensvorstellungen einwirkte, erscheint das mächtige Gestirn des Tags, die Beherrscherin unsers Erdenlebens,[1] die Licht und Leben spendende Sonne überall als eine der Hauptgottheiten in den Religionen der Völker, sei es als Baal der Chaldäer oder als Osiris der Aegypter, sei es als Mithra oder Adonis der Perser oder Phöniker, sei es im Apollo-Cultus der Hellenen, oder wie sonst immer diese Vorstellungen sich gestaltet haben mochten.

Wo jetzt nur, wie unsere Weisen sagen,
Seelenlos ein Feuerball sich dreht,
Lenkte damals seinen goldnen Wagen
Helios in stiller Majestät.

Aehnlich bei den Indern:

Auf goldenem Wagen nahet er dann wieder,
Gott Savitri, und schaut sich an die Schöpfung.
Den Wagen neben ihm, den großen goldnen,
Mit goldnem Stachel, den besteigt, zu feiern
Von Opferern, der Gott, der herrlich strahlet
Und weithin scheucht die schwarzen Finsternisse.
Das leuchtend Roßgespann mit weißen Füßen,
Mit goldnem Joch am Wagen, bringt das Licht uns;
Im Angesicht des Gottes aber stehen
Die Menschen wie das All der ganzen Schöpfung.

Diese auf dem Eindruck unmittelbarer Anschauungen beruhenden Vorstellungen wurden in ihren Grundfesten erschüttert, als die ionischen Naturphilosophen die Sonne, wie die Himmelskörper überhaupt, der Forschung zu unterwerfen begannen, als seit Thales mehr und mehr von dem Gesetzmäßigen der Bewegungserscheinungen erkannt wurde, und als man nun auch anfing, über die Naturbeschaffenheit der Gestirne nachzudenken. Im Volke freilich lebten die alten Vorstellungen (ähnlich wie in anderer Weise auch heute wieder) noch lange Zeit hindurch fort; noch Sokrates erwiderte seinem Ankläger

auf die Beschuldigung der Irreligiosität: „Ich soll also die Sonne nicht für einen Gott halten, wie die andern Menschen?" (Plato, Apol. Socrat. 14.)

Und doch hatte schon zwei Jahrhunderte früher Thales gelehrt, daß die Himmelskörper erdartiger, aber feuriger Natur seien, hatte schon Pythagoras erkannt, daß sie kugelförmig seien gleich unserer Erde, war schon das Streben erwacht, sich zurechtzufinden im Kosmos, den Kosmos zu ordnen. (Vgl. oben S. 156 und Note 85.)

Hatte man nun auch schon damals gewagt, Entfernung und Größe der Sonne durch Messung bestimmen zu wollen, mehr als zwei Jahrtausende mußten vergehen, bevor dieses Streben mit Erfolg gekrönt, bevor durch Kopernicus und Kepler die wahre Ordnung und das Gesetz des Planetensystems gefunden, und bevor es nunmehr überhaupt erst möglich wurde, mit Hülfe neugeschaffener Werkzeuge nicht blos Entfernung und Größe der Sonne, sondern zugleich auch die aller Glieder ihres Systems auf Grund sicherer Messung kennen zu lernen. Erst die neuere Zeit sollte vollenden, was die griechischen Philosophen, Mathematiker und Astronomen begonnen hatten. (Vgl. oben S. 179 und Note 106.)

In Betreff der physischen Beschaffenheit der Sonne stehen freilich auch wir noch in den ersten Anfängen der Erkenntniß. Mit der Erfindung des Fernrohrs war allerdings schon die Möglichkeit gegeben, auch in dieser Beziehung Beobachtung und Erfahrung an die Stelle der Speculation treten zu lassen; und in der That sehen wir auch gerade in den ersten Jahrzehnten nach Erfindung dieses neuen Organs der Weltanschauung die Forscher sich mit ungewöhnlichem Eifer der Beobachtung der Sonnenoberfläche zuwenden. Wie sich indeß der streng gesetzmäßige, schrittweise Gang unserer kosmischen Erkenntnisse darin offenbart, daß zunächst mit der Ordnung des Planetensystems und dem Verhältniß der Abstände der allgemeine Rahmen gewonnen wurde, bevor es gelang, denselben durch Bestimmung der wirklichen Entfernungen und Größen auszufüllen, so auch wiederum darin, daß sich die Forschung der letzten Jahrhunderte vorzugsweise den Bewegungserscheinungen der Gestirne zugewendet hat, und daß man erst in unsern Tagen

ernsthaft daran denkt, nun auch in das Innere der Erscheinungen vorzudringen und die physische Beschaffenheit der Himmelskörper mit Hülfe der Sonnenbeobachtungen zu erforschen.

Nunmehr aber ist diese neue Richtung der Forschung zur unabweisbaren Nothwendigkeit geworden. Die wunderbaren, in immer größerer Fülle und Mannichfaltigkeit offenbar werdenden Erscheinungen in der Fixsternwelt wollen erklärt, der immer enger erscheinende Zusammenhang des gesammten Erdenlebens mit dem „Urquell des Lichts", mit dem Mutterschos der Sonne will enträthselt sein. Mit der Erkenntniß der wahren Naturbeschaffenheit unsers Fixsterns dürfen wir hoffen, über die Licht- und Farbenwechsel der unzähligen andern, dürfen wir zugleich auch hoffen, über das Spiel und den Zusammenhaug der treibenden und erhaltenden Kräfte mehr und mehr Aufschluß zu gewinnen, durch welche unser Erdenleben, von der Sonne wärmeerzeugendem Lichte erweckt, im Einzelnen wie in seiner Gesammtheit zu Stande kommt.

Das Meer erblickt die Sonne, und es lebt. (Oken.)

Die auf allen Gebieten der Wissenschaft und Technik inzwischen eingetretene Entwickelung hat jetzt nun auch ein weiteres Vordringen nach dieser Richtung hin in der That möglich gemacht. Ebendarum muß und darum wird es jetzt erfolgen.

Nicht also eine zufällige Vorliebe einzelner Männer der Fachwissenschaft ist es, welche in unsern Tagen der Erforschung der Sonnenbeschaffenheit einen Eifer zuwenden läßt, der noch vor kurzem mit der „eigentlichen" Aufgabe der Astronomie fast unvereinbar erschien: das Gesetz der Fortentwickelung unserer kosmischen Erkenntnisse drängt mit Nothwendigkeit hierauf hin und ruft jenen Umschwung hervor, der sich in diesem Augenblick in der Wissenschaft vollzieht (vgl. Note 139).

Während noch Littrow (in Gehler's Phys. Wörterbuch, VIII, 854) gegen die Meinung Delambre's: „die Sonnenbeobachtungen verdienten nur, daß ein Astronom höchstens einmal in seinem Leben an sie denke", vom Standpunkte der Mechanik des Himmels nur das einzuwenden hatte: „daß sie doch immer das einzige Mittel blieben, die Ebene des Sonnenäquators zu ermitteln, und des-

halb wenigstens nicht gleichsam absichtlich vernachlässigt werden sollten", bringt uns heute die soeben erscheinende fünfte Auflage seiner „Wunder des Himmels", insbesondere der von seinem Enkel O. v. Littrow verfaßte Abschnitt über die Sonne, lebhaft zur Anschauung, wie inzwischen die „Physik des Himmels" der „Mechanik" kühn zur Seite getreten ist, wie bereits Astronomen, Chemiker und Physiker miteinander wetteifern, die Geheimnisse des Sonnenballs zu enträthseln, zugleich aber auch, daß wir hier noch immer im Anfang des Anfangs stehen, daß hier noch alles im ersten Werden ist, daß noch immer die verschiedensten Hypothesen unvereint und unvereinbar einander gegenübertreten, und daß es ohne Zweifel noch umfassender, lange Zeit hindurch fortgesetzter Beobachtungen bedarf, bevor wir hier zur Erkenntniß der Wirklichkeit durchdringen werden.

Ist doch auch noch nicht einmal das dritte Jahrhundert verflossen, seitdem die Erfindung des Fernrohrs überhaupt erst die Möglichkeit gab, durch Beobachtung über die Beschaffenheit der Sonne etwas zu erfahren; seitdem die erste Frucht dieser Beobachtung,

die Entdeckung der Sonnenflecken,

auch hier als Täuschung und Sinnentrug erkennen ließ, was bis dahin der Augenschein zu lehren schien, seitdem mit dieser Entdeckung die Anregung zu weiterer Forschung gegeben war.

Erschien die Sonne dem unbewaffneten Auge bis dahin, wie noch heute, wenn eine dünne Nebelschicht sie ungestraft betrachten läßt, oder ein farbiges Glas das Auge schützt, als eine gleichmäßig leuchtende Scheibe; fehlte bis dahin jede Möglichkeit, anders als durch Speculation über ihre Beschaffenheit etwas zu errathen; hielt man sie demgemäß bald für „reines Feuer", wie die einen der griechischen Philosophen, bald für einen „glühenden erdartigen Körper", wie die andern annahmen, — mit der Erfindung des Fernrohrs war sie der Beobachtung zugänglich geworden, war der Schleier gelüftet, der ihre wahre Beschaffenheit so lange umhüllte. Immer reicher und mannichfaltiger wurden nunmehr die Gestaltungen, die mit der fortschreitenden Kraft des teleskopischen

Sehens und mit den Hülfsmitteln der Neuzeit auf ihrer Oberfläche wahrgenommen wurden. Schon die schwächern Fernröhre ließen erkennen, daß sie fast immer mehr oder weniger mit einzelnen dunkeln Stellen (den sogenannten Flecken) von verschiedener Größe und Gestalt bedeckt ist, welche gewöhnlich von einer Art Hof (Halbschatten, penumbra) umgeben erscheinen. Daneben aber gewahrte man auch schon früh hellere Stellen (Fackeln, Lichtadern u. s. w.), die in irgendeiner noch unaufgeklärten Beziehung zu den Flecken zu stehen scheinen. Bei Anwendung bedeutender Hülfsmittel, wie sie der Gegenwart zu Gebote stehen, entdeckte man endlich, daß die ganze Oberfläche der Sonne ein schuppiges, griesiges Aussehen hat, daß sie wie besäet ist mit kleinen länglichen, oft ineinandergreifenden, oft getrennten Pünktchen und Schüppchen, die man allenfalls mit Weidenblättern vergleichen könnte (willow leaves nennt sie Nasmyth, der diese Figuren zuerst beobachtete, rice grains Mr. Stone, und coups-de-pinceau der Pater Secchi).

Die auffallendsten und deshalb bisher auch vorzugsweise beobachteten Erscheinungen bleiben jedoch die Flecken. Zuweilen kommen sie in so großer Menge oder Größe vor, daß sie selbst dem bloßen Auge sichtbar werden. Von den aufmerksamen Himmelsbeobachtern, von den Chinesen, waren sie denn auch in der That schon früh bemerkt worden. Bereits im Jahre 321 n. Chr. sind sie in den Annalen derselben erwähnt. Auch den Peruanern waren sie bei Ankunft der Spanier schon bekannt, ja sie hatten den „Sohn der Sonne", den Inka Huayna-Capac, bereits mit Zweifeln erfüllt, ob die Sonne wirklich eine Gottheit sei. Ob sie auch schon dem europäischen Alterthum aufgefallen waren, steht dahin. Die Verse des Virgil (Georgicon, I, 441 und 454), deren sich der vielbelesene Kepler bei Entdeckung der Sonnenflecke sofort erinnerte, beziehen sich augenscheinlich auf die Verdunkelung der Sonne durch Wolken, „nubibus obductus", wie die Ausleger diese maculae erklären; und auch die Stellen des Theophrast, Aratus und Proclus, in welchen man Hindeutungen auf die Sonnenflecken zu finden glaubte, enthalten eine solche nicht (Kosmos, III, 412). Mögen sie aber auch bemerkt worden sein, zu weiterm Nachden-

len hatten sie jedenfalls noch nicht angeregt. Auch als man später im Mittelalter diese Erscheinung wirklich bemerkte, wie jene „parva macula nigra", von der Eginhard, Karl's des Großen Geheimschreiber, spricht, welche acht Tage lang an der Sonne beobachtet wurde, oder jene andere „nigra quaedam macula", welche arabische Astronomen unter den Khalifen Al-Motassem im Jahre 840 n. Chr. 91 Tage lang beobachtet haben wollen, erklärte man sich diese Erscheinung nach dem, was man wußte; man glaubte Durchgänge der untern Planeten Mercur und Venus gesehen zu haben, ohne freilich daran zu denken, daß diese nicht 8 oder 91 Tage vor der Sonnenscheibe verweilen konnten. Daß diese maculae der Sonne selbst angehören könnten, kam niemand in den Sinn. Wie hätte man auch an der unbefleckten Reinheit des Weltauges zweifeln, wie hätte man bis zum Ende des Mittelalters die aristotelisch-scholastische „incorruptibilitas" der Himmelskörper anzutasten wagen dürfen.

Kaum aber war das Fernrohr entdeckt, so zerstörte es auch diese so lange Zeit hindurch die Vorstellungen der Menschen beherrschenden Dogmen. Fast gleichzeitig wurden nun die Sonnenflecken in England, Holland, Deutschland und Italien wahrgenommen. In den Papieren des Engländers Harriot fand Zach Beobachtungen von Sonnenflecken, die bis zum 8. Dec. 1610 zurückreichen. Harriot wußte aber damals noch gar nicht, daß er Sonnenflecken gesehen hatte, so wenig als Flamsteed und Tobias Mayer den Uranus als Planeten erkannten, als er durch ihr Fernrohr ging. Auch war von diesen Beobachtungen auf dem Festlande nichts bekannt geworden. Hier wurde um eben diese Zeit Johannes Fabricius, der Sohn jenes David Fabricius, welcher die Lichtwechsel der Mira zuerst wahrgenommen hatte, der eigentliche Entdecker der Sonnenflecken, die eine spätere Zeit mit der Entdeckung seines Vaters, mit den veränderlichen Sternen, in Zusammenhang bringen sollte. Bei seinem Vater in Ostfriesen zum Besuch, richtet er an einem Decembermorgen des Jahres 1616 das Fernrohr auf die aufgehende Sonne, um den Rand derselben zu untersuchen, und erblickt zu seinem Staunen nahe am Ostrande einen schwärzlichen

Flecken von nicht geringer Größe. Die Beobachtung verfolgend, nimmt er nach mehrern Tagen wahr, daß der Flecken merklich von Ost nach West gerückt und inzwischen am Ostrand ein neuer erschienen war. In den folgenden Tagen kam noch einer hinzu, und alle drei Flecken bewegten sich fortwährend nach dem Westrand, an dem endlich der erste Flecken verschwand. Fabricius' Hoffnung, ihn wiederkehren zu sehen, wurde nicht getäuscht: nach etwa zehn Tagen erblickte er ihn neuerdings am Ostrand, und später folgten auch die übrigen Flecken. Glücklicher als sein Vater mit den Beobachtungen des Lichtwechsels der Mira, hatte er die Erscheinung in ihrem ganze Verlaufe verfolgt und war hiermit nicht blos der Entdecker der Sonnenflecken, sondern zugleich auch der Rotation der Sonne geworden. Durch wiederholte Beobachtungen fand er seine frühern Wahrnehmungen bestätigt, und am 13. Juni 1611 erschien zu Wittenberg seine classische Schrift: „De maculis in Sole observatis", die erste, welche der Welt von diesem Geheimniß Kunde brachte.

Unterdessen hatte im März 1611 auch der Jesuit Christoph Scheiner, Professor in Ingolstadt, im Beisein eines seiner Schüler, des nachmals berühmten Astronomen Johann Baptist Cysat von Luzern, Flecken auf der Sonne wahrgenommen. Hier aber trat das Dogma den Beobachtungen entgegen. Kaum hörte sein Provinzial Busäus von diesen Entdeckungen, so hielt er ihm vor, wie er etwas wolle sehen können, wovon im Aristoteles nichts zu lesen sei; er möge lieber seine Augen ausreiben und seine Gläser reinigen, als sich durch Veröffentlichung seiner angeblichen Entdeckung blamiren. Scheiner nahm indeß seine Beobachtungen bald wieder auf, und da er seit October 1611 wiederholt Sonnenflecken sah, legte er seine Entdeckung anonym als Apelles latens post tabulam in drei Briefen an den augsburger Patricier Markus Welser nieder, von denen dieser den hervorragendsten Männern der Wissenschaft sofort Mittheilung machte. Galilei hatte kaum eine solche erhalten, da erwiderte er bereits im Mai 1612, daß er diese Flecken schon vor 18 Monaten gesehen, auch seither deren Bewegung und Veränderlichkeit bereits erkannt habe. Das wäre also

hiernach schon im October 1610 und somit nicht blos vor Scheiner, sondern auch vor Fabricius geschehen. Indeß hatte damals Galilei von diesen Entdeckungen noch nichts veröffentlicht. Nur soviel steht fest, daß ihm die Sonnenflecken im April 1611 bereits bekannt waren, wo er sie öffentlich zu Rom, im Garten des Cardinals Bandini, gezeigt hat. Trotz des einundzwanzigjährigen Prioritätsstreites, der sich nun zwischen ihm und Scheiner erhob, und der nicht wenig zur genauern Erforschung der Sonnenflecken beigetragen hat, war doch schon Kepler der gewiß richtigen Meinung, daß die Ehre der ersten Entdeckung keinem von beiden, daß sie dem Ostfriesen Johannes Fabricius gehört. Das Verdienst aber kann dem großen Florentiner kein Prioritätsstreit rauben, daß er der erste gewesen, der schon annehmbare Ansichten über die Natur dieser Flecken gewonnen hatte, wenn auch vollständige Gewißheit hierüber selbst heute noch nicht erreicht ist.

Zuvor sollte die weitere Beobachtung der Sonnenflecke zu andern wichtigen Entdeckungen führen, und zwar zunächst zur Erkenntniß der

Rotation der Sonne um ihre Axe und deren Zeitdauer.

Der große Ketzer Bruno hatte soeben nur die Ahnung, daß auch die Sonne sich um ihre Axe drehe, mit so vielen andern „Irrlehren" auf dem Scheiterhaufen gebüßt. In Kepler's Geist war sie von neuem aufgetaucht. In seinem unsterblichen Werke über den Planeten Mars spricht er sie mit Bestimmtheit aus. Wenige Jahre später sollte das Fernrohr diese Ahnungen bestätigen, welche als Consequenz des Kopernicanischen Systems der Beobachtung vorangeeilt waren. Die Entdeckung der Sonnenflecken stellte außer Zweifel, daß auch die Sonne keine Scheibe, daß sie eine leuchtende Kugel sei, und ließ schon ihren Entdecker, J. Fabricius, erkennen, daß sich diese Kugel um ihre Axe dreht, der erste Himmelskörper, an welchem dies wirklich beobachtet wurde. Mit Hülfe der Flecken wurde es nun auch möglich, die Dauer der Rotationszeit sowie die Lage der Axe und des Sonnen-

äquators zu bestimmen und hiermit neue Einblicke in die harmonischen Bewegungen im Planetensystem zu gewinnen. In derselben Richtung von West nach Ost, in welcher die Erde um ihre Axe und zugleich um die Sonne schwingt, sah man jetzt die Sonne selbst sich um ihre Axe drehen und entdeckte, daß die Ebene des Sonnenäquators nur wenig geneigt ist gegen die Ebene der Erdbahn. Schon die ersten Entdecker der Sonnenflecken vermochten aus der Zeit, welche ein solcher Flecken gebrauchte, um auf dieselbe Stelle zurückzukehren, die Dauer einer Umdrehung der Sonne annähernd festzustellen. Schon Galilei nahm dieselbe auf ungefähr einen Monat an, und Scheiner, der zuerst fand, daß die Flecken, mit seltenen Ausnahmen, nur in zwei schmalen, an die Streifen Jupiters und an unsere Passatzonen erinnernden Gürteln zu beiden Seiten des eben hierdurch ermittelten Aequators der Sonne vorkommen, hatte durch vieljährige Untersuchungen nicht nur bereits gefunden, daß die Dauer der scheinbaren Rotation etwa 26—27 Tage beträgt, sondern auch die Neigung des Sonnenäquators gegen die Lage der Erdbahn (Ekliptik) nahezu richtig auf 7 Grad bestimmt. Heute nehmen die Astronomen sie zu $7^1/_2$ Grad an.

Jene Rotationszeit ist aber nur die scheinbare, aus welcher die wirkliche durch Rechnung gefunden werden muß; denn in derselben Zeit, welche ein Sonnenflecken gebraucht, um für unsern Anblick an die frühere Stelle zurückzukehren, ist auch die Erde auf ihrer Bahn um die Sonne von West nach Ost fortgerückt, alsdann also schon mehr als eine volle Umdrehung der Sonne vollendet. Die hiernach berechnete wirkliche Rotationszeit derselben beträgt nach Schwabe $25^1/_2$ Tag; nach Laugier's Untersuchungen jedoch nur 25 Tage 8 Stunden 9 Minuten, und nach den neuesten Untersuchungen von Spörer nur 25 Tage 4 Stunden 24 Minuten. Doch ist dies, wie wir später sehen werden, nur die mittlere. Auch die Neigung des Aequators zur Ekliptik hat Laugier statt auf $7^1/_2$, nur auf 7 Grad 9 Minuten bestimmt. „Sehr merkwürdig", bemerken die Herausgeber von Arago's Werken hierzu, „erscheint die fortdauernde Zunahme der Länge des aufsteigenden Knotens des Sonnenäquators auf der Ekliptik, die von

Cassini auf 68 Grad, von Laugier auf 75 Grad und neuerdings von Wichmann auf 84 Grad ermittelt worden ist.“ Sollte es aber nicht vielmehr „merkwürdig“ sein, wenn in jenem wundersamen Organismus des Sonnensystems, in welchem alles in ruheloser, beziehungsvoller Bewegung und Schwankung ist, die Lage der Sonnenaxe allein unveränderlich wäre, bei ihr also wirklich zuträfe, was Aratus von der Weltaxe glaubte? (Vgl. Note 37, S. 55.)

Wunderbar, daß diese mit der ganzen Mechanik des Sonnensystems im engsten Zusammenhang stehende Lage und Schwankung der Sonnenaxe nicht schon längst die Astronomen zur unausgesetzten Beobachtung der trotz ihrer Veränderlichkeit und Eigenbewegung, hierüber doch schließlich sichern Aufschluß versprechenden Sonnenflecken angeregt hat; wenn auch immerhin die Erforschung der physischen Beschaffenheit der Weltkörper weniger dringend erscheinen mochte als die ihrer Bewegungserscheinungen.

Wie langsam und allmählich aber ist auch hier die Erkenntniß vorgeschritten. Kopernicus macht die Sonne zum Mittelpunkt des Planetensystems, Kepler ahnt, was die Entdeckung der Sonnenflecken dann außer Zweifel stellt: die Rotation der Sonne um ihre Axe; durch Herschel wird die Vermuthung Bradley's von ihrer Fortbewegung durch die Fixsternwelt zur Gewißheit, und jetzt erst fangen wir an zu merken, daß auch diese Axe nicht feststeht, ohne freilich über den Zusammenhang ihrer Schwankungen mit den Bewegungen im Planetensystem, oder vielleicht mit andern, außerhalb desselben im Fixsternsystem liegenden Ursachen noch irgendetwas erkannt zu haben. Inzwischen haben die neuesten Fleckenbeobachtungen eine weitere, überaus folgenreiche Entdeckung herbeigeführt, die Entdeckung der

Periodicität der Fleckenerscheinungen.

Daß die Flecken der Sonne an Größe und Zahl, an Gestalt und Veränderlichkeit zu verschiedenen Zeiten überaus verschieden sind, ergaben schon die frühesten Beobachtungen Scheiner's und Galilei's. Die spätern ließen mehr und mehr hier-

von erkennen. Während einige Flecken erst in den stärksten Fernröhren sichtbar wurden, zeigten sich wieder andere von fünf- bis zehnmal größerm Durchmesser als der Durchmesser der Erde schon dem bloßen Auge, Flecken von 82″, 117″, 168″, ja selbst von 302″, wogegen die Erde nur als ein Kreis von 17″ Durchmesser auf der Sonnenscheibe (deren scheinbarer Durchmesser 1920″ beträgt) erscheinen würde. Das Gesetzmäßige dieser Fleckenerscheinungen blieb aber volle zwei Jahrhunderte hindurch unerkannt; denn bis auf die neuere Zeit gab es nur wenige Beobachtungen der Sonnenflecken, dafür aber, wie Littrow sagt, „desto mehr Methoden, sie zu berechnen", und zwar Methoden von der allerkünstlichsten und umständlichsten Art. Wie sehr dies auch dem Gesetz der Entwickelung unsers kosmischen Wissens entspricht, welchem gemäß man zunächst dem Gesammtzusammenhang der Bewegungserscheinungen der Himmelskörper auf die Spur zu kommen und mit Hülfe der Flecken zunächst die Rotation der Sonne und die Lage des Sonnenäquators festzustellen suchte, bevor man daran ging, das Gesetzmäßige der Fleckenerscheinungen und die Natur derselben zu ermitteln, wie wenig daher auch von solchem Standpunkt aus die Astronomen der letzten Jahrhunderte ein Vorwurf trifft, immerhin werden wir daran erinnern dürfen, daß die Fachwissenschaft (in dieser Beziehung wenigstens) wirklich that, was sie so gern den griechischen Philosophen zum Vorwurf macht (vgl. S. 169 und Note 88): daß sie die Beobachtung vernachlässigte und sich längere Zeit mit Speculationen über die Sonnenflecken begnügte. Durch vereinzelte Beobachtungen war zwar bekannt geworden, daß die Sonne zuweilen Tag für Tag wie besäet ist mit solchen Flecken, während sie zu andern Zeiten wieder wochen- und monatelang völlig rein erscheint, daß ferner Gestalt und Gruppirung, namentlich bei ausgedehnten Gruppen durch Vereinigung und Zertheilung oft rasch wechseln, während andererseits wiederum einzelne Flecken nicht selten mehr als eine Rotation unverändert überdauern; aber es fehlte an zusammenhängenden Beobachtungsreihen, sodaß sich die Natur und das Gesetz dieser Erscheinungen nicht enthüllen konnte. Allerdings vermuthete schon Horrebow (1775) eine gewisse Gesetz-

mäßigkeit der Erscheinung, „da das Aussehen der Sonnenscheibe in Bezug auf Anzahl und Größe der Flecken nach einer gewissen Reihe von Jahren wiederzukehren scheine“; indeß noch am Ende des vorigen Jahrhunderts erklärte Lalande in der dritten Auflage seiner Astronomie: „das Erscheinen der Sonnenflecken habe durchaus nichts Regelmäßiges“, und hierbei beruhigte man sich bis in das dritte Decennium unsers Jahrhunderts.

Erst als Schwabe in Dessau seit 1826 die planmäßige, unausgesetzte Beobachtung jener Flecken zu seiner Lebensaufgabe machte, wurden sichere Grundlagen der Erkenntniß gewonnen. Schon im Jahre 1842 stellten diese mit bewunderungswürdiger Ausdauer fortgesetzten Beobachtungen außer Zweifel, daß das Phänomen der Sonnenflecken einer bestimmten Periode von etwa zehn Jahren in der Art unterliegt, daß einer fleckenarmen Zeit von etwa fünf Jahren eine fleckenreiche, dieser nach weitern fünf Jahren wieder eine fleckenarme und so fort regelmäßig in fünf Jahren Maximum auf Minimum folgt.

„Man hätte erwarten sollen“, bemerkt R. Wolff hierzu, „es werde eine solche Entdeckung nicht nur von allen Astronomen sofort mit dem größten Interesse begrüßt, sondern auch Gemeingut aller Gebildeten werden“; aber so schnell dringen nun einmal derartige Erkenntnisse nicht durch. Zehn Jahre lang blieb diese große Entdeckung selbst in der Fachwissenschaft fast unbeachtet, bis endlich eine andere Wahrnehmung in unserer Erdenheimat die hohe Bedeutung derselben für unser ganzes Erdenleben erkennen ließ und nun erst die Aufmerksamkeit auf sie hinlenkte. Im Jahre 1851 fand nämlich Lamont, daß auch die Ab- und Zunahme der täglichen Schwankungen der Magnetnadel einer Periode von ungefähr zehn Jahren unterliegt, mit bestimmt erkennbarem Maximum und Minimum von fünf zu fünf Jahren. S. 270 seines Werks: „Astronomie und Erdmagnetismus“, theilt er eine Tabelle dieser Schwankungen mit, aber obgleich er S. 75 die Schwabe'sche Tabelle der periodischen Ab- und Zunahme der Sonnenflecken bringt, läßt er wiederum noch ganz unbeachtet, daß die Perioden beider Erscheinungen genau überein-

stimmen, daß beide nicht blos gleiche Länge haben, sondern in beiden auch die Ab- und Zunahme, die Maxima und Minima fast genau zusammenfallen. Erst Gautier in Genf und Wolff in Zürich wiesen auf den bedeutungsvollen Zusammenhang beider Phänomene hin (im Sommer 1852), während schon vor ihnen und unabhängig von Lamont's Arbeit dieselbe Entdeckung von Sabine auf Grund eigener Untersuchungen gemacht worden war. Seitdem ist der Zusammenhang immer klarer hervorgetreten und die Periode beider Phänomene durch fortgesetzte neuere Untersuchungen und Benutzung früherer, bisher unbeachtet gebliebener Beobachtungen durch Wolff auf $11\frac{1}{4}$ Jahre näher festgestellt, zugleich aber auch ermittelt worden, daß diese Periode wiederum Schwankungen bis zu $\frac{5}{4}$ Jahren unterliegt, die gleichfalls eine bestimmte Gesetzmäßigkeit erkennen lassen. Außerdem deuten nach Wolff's Untersuchungen die vorhandenen Beobachtungen noch auf eine größere, fünf bis sechs jener Sonnenfleckenperioden umfassende Periode hin, zu deren genauerer Feststellung für jetzt aber noch das Material fehlt.

Wie bedeutungsvoll nun auch die Erkenntniß dieser mit der Periodicität der Bewegungen der Magnetnadel genau zusammentreffenden Periodicität der Sonnenflecken für unsere irdische Welt ist (vgl. Note 160), kaum minder bedeutungsvoll ist sie für die himmlische, sowol für das Planetensystem, dessen Rotationsperioden mit den Perioden der Sonnenflecken und deren Schwankungen in nahem Zusammenhange zu stehen scheinen, wie namentlich auch für das richtigere Verständniß der periodischen Lichtwechsel der Fixsterne.

Hatte man früher diese letztern rein mechanisch durch die Axendrehung der Fixsterne erklären wollen, sodaß uns dieselbe bald ihre hellern, bald ihre durch Flecken mehr oder weniger verdunkelten Seiten zukehren sollten, jetzt dürfen wir mit Recht schließen, daß ähnliche, an bestimmte Perioden gebundene Vorgänge wie diejenigen, welche die Sonnenflecken bewirken, auch Ursache der periodischen Lichtwechsel der Gestirne sein oder doch einen Hauptantheil an denselben haben werden, daß also diese Periodicität ihren Grund in der eigenthümlichen Organisation jener Weltkörper selbst hat. Aus der ungeheuern Mannichfaltigkeit aller jener

Sonnen und der Systeme, die ihnen angehören, erklärt sich dann auch die unendliche Verschiedenheit der periodischen Lichtwechsel, welche sie zeigen. Vielleicht werden diese in Verbindung mit der Sonnenbeobachtung dereinst weitere Einblicke in jene Systeme möglich machen.

Vor allem freilich muß

die Natur der Sonnenflecken und die physische Beschaffenheit der Sonne

überhaupt näher und zuverlässiger als bisher erkannt und festgestellt sein, bevor sich einigermaßen sichere Schlüsse auf die Natur jener andern Sonnen wagen lassen; einigermaßen sagen wir, weil wir bei der schon jetzt offenbar gewordenen unendlichen Mannichfaltigkeit der Systeme jener andern Sonnen, Doppel- und mehrfachen Sonnen hier mehr wie irgendwo vor allzu schnellen Analogieschlüssen gewarnt sind. Wie wenig aber ist bisher auch nur von der wahren Beschaffenheit unsers Fixsterns und von der eigentlichen Ursache seiner Fleckenbildungen enträthselt worden!

Was der geistesverwandte Vorgänger Bruno's, der Cardinal von Cusa, schon im 15. Jahrhundert, also noch „in denen seculis, wo die Astronomi noch keine gläsernen Augen gehabt", wieder anknüpfend an die Speculationen der griechischen Philosophen, zu ahnen gewagt hatte: „daß der Sonnenkörper aus einem erdartigen Kerne bestehe, von einer Lichthülle umgeben, zwischen welcher und dem Kerne eine der irdischen Luft ähnliche Wolkenatmosphäre sich befinde" („De docta ignorantia", II, 12), das schien nach und nach durch die Beobachtung der Sonnenflecken nun wirklich seine Bestätigung finden zu wollen.

Schon Galilei kam durch diese Beobachtungen, insbesondere durch die Wahrnehmung der wunderbaren Schnelligkeit, mit welcher die Sonnenflecken oft entstehen, sich verändern und wieder verschwinden, sowie durch die Beobachtung ihrer merkwürdigen Formen zu der Ueberzeugung, „es müßten wolkenartige Gebilde sein, die in einem die Sonne umgebenden elastischen Fluidum schwimmen." Scheiner dagegen, nachdem er die Sonnenflecken als

der Sonne selbst angehörig hatte anerkennen müssen, umgab dieselbe mit einem Feuerocean, der seine ungestümen Bewegungen, seine Abgründe, Klippen, Brandungen u. s. w. haben sollte; und es beginnt nunmehr während der letzten Jahrhunderte eine Speculation über die Beschaffenheit der Sonne, die uns lebhaft an die Zeiten des Thales und Anaxagoras erinnert, sodaß wir bei dem Ueberblick derselben fast glauben könnten, Plutarch's „Meinungen der Philosophen" vor uns zu haben, wenn uns nicht die Namen und anderes in das Gedächtniß riefe, daß es die Männer der Fachwissenschaft, daß es die Astronomen des 17. und 18. Jahrhunderts sind, denen diese „placita" ihre Entstehung verdanken.

La Hire erklärt die Sonne für eine flüssige Masse, in welcher dunkle Körper herumschwimmen, die bald untersinkend, bald auf der Oberfläche bleibend, durch die Rotation der Sonne um diese herumgeführt werden; eine Ansicht, die übrigens schon vor ihm Rafael Aversa (1627) in einem philosophischen Werke aufgestellt hatte.

Fontenelle nimmt den Kern der Sonne selbst als dunkel an, von einer flüssigen Masse umgeben, welche infolge ihrer Bewegungen den dunkeln Körper bald ganz bedecke, bald mehr oder weniger freilasse, eine Idee, von der schon in Scheiner's „Rosa Ursina" die Rede, und die später durch Lalande weiter ausgebildet worden ist.

Derham wiederum glaubt, daß die Sonnenflecken stets die Wirkung vulkanischer Eruptionen seien. Der Rauch und die ausgeworfenen Schlacken sollten die schwarzen Flecken, und hervorbrechende Flammen und glühende Lavaströme die Sonnenfackeln hervorbringen. Maupertuis dagegen sieht in den Sonnenflecken Körper, welche in einem glühenden Fluidum schwimmen und gewissermaßen den Schaum davon bilden oder sich darin verzehren.

Anknüpfend an die Idee Fontenelle's nimmt dann Lalande an, daß die leuchtende Materie, welche den dunkeln Sonnenkörper umgebe, einer Ebbe und Flut unterworfen sei, wodurch von Zeit zu Zeit ungeheuere Berge bloßgelegt werden sollen, ähnlich wie bereits 1755 Kant in der „Naturgeschichte des Himmels" von „aus-

gebrannten Felsen" spricht, „deren Ueberschwemmung oder Entblößung von dem wallenden Feuerelemente das abwechselnde Erscheinen und Verschwinden der Sonnenflecken verursache"; während im Gegensatze hierzu der deutsche Astronom Rost in den Sonnenflecken nicht hervorragende Sonnenberge, sondern umgekehrt tiefe Abgründe sieht, welche mit Sonnenvulkanen in Verbindung stehen sollen, eine Meinung, die auch Francis Wollaston hatte, nur daß er wieder hinzufügte, diese Krater der Sonnenvulkane müßten in bedeutender Höhe, also auf den Gipfeln der Berge liegen.

Diese Vorstellung, daß die Sonnenflecken Hervorragungen von Bergen oder dergleichen aus dem Lichtocean der Sonne seien, wurde beseitigt, als Wilson 1769 bei genauer Beobachtung des Vorüberganges eines großen Sonnenfleckens fand, worauf schon früher Schüler in Nördlingen aufmerksam geworden, daß der Halbschatten der Flecken nur in der Mitte der Sonnenscheibe gleichbreit, dagegen vor derselben links und nach derselben rechts breiter erscheine, daß also der dunkle Kern desselben nicht höher, sondern tiefer als der graue, ihn umgebende Halbschatten und daher auch tiefer als die Lichtumhüllung der Sonne liegen müsse. Durch ähnliche Beobachtungen gelangte Bode (in der Abhandlung von 1776) dann zu Ansichten, in denen sich die Ahnungen des Cardinals von Cusa widerspiegeln. Um den aschfarbigen Halbschatten der Sonnenflecken zu erklären, nimmt er an, daß zwischen der Photosphäre der Sonne und dem dunkeln Körper derselben noch eine wolkige Dunstschicht bestehen müsse, welche jene Erscheinung hervorbringe. Aehnlich sind die Ansichten Schröter's (in der Abhandlung von 1789), nur daß derselbe die Flecken überhaupt bereits für nichts weiter als atmospärische Ereignisse erklärt, wenn er auch die Möglichkeit nicht ausschließt, daß wir bisweilen durch deren Oeffnungen hindurch Theile der Sonnenoberfläche selbst als dunkle Flecken sehen.

Diesen Ideen schließt sich der große William Herschel an, bildet sie weiter aus und stellt nach langjähriger Beobachtung der Sonnenoberfläche mit ihren Flecken, Fackeln und Lichtadern, Poren und Narben in der Abhandlung über die Sonne, welche er am 16. April

1801 der Royal-Society in London vorlas, folgende Theorie als Endergebniß seiner Beobachtungen auf:

„Die Sonne ist ein dunkler Körper, von einer transparenten Atmosphäre umgeben, auf welcher die wolkenähnliche Photosphäre (Lichthülle) schwimmt. Zuweilen steigen von dem Sonnenkörper Dämpfe auf und zerreißen die Photosphäre; man sieht alsdann auf den wenigstens relativ dunkeln Sonnenkörper wie durch trichterförmige Oeffnungen hinein und glaubt so einen dunkeln Fleck zu sehen, der (sobald rings um ihn etwas von den tieferliegenden wolkenartigen Schichten der Photosphäre abgedeckt ist) von einer Art Hof (Halbschatten) eingefaßt scheint."

Diese Theorie fand den Beifall fast aller Astronomen, ja sie war beinahe schon zu einem kaum noch anzuzweifelnden Dogma geworden, als weitere Beobachtungen sie zunächst wenigstens für unzureichend erkennen ließen.

Bei der totalen Sonnenfinsterniß von 1842 hatte sich die allgemeine Aufmerksamkeit der Astronomen auf die schon von Halley, Maraldi und andern erwähnten, aber bis dahin nur wenig beachteten imposanten Erscheinungen der Corona und der Protuberanzen gerichtet. Die Corona, d. i. der Strahlenkranz, welcher die dunkle Mondscheibe bei totalen Sonnenfinsternissen zu umgeben scheint, von einigen nur als eine optische, durch Beugung des Lichts am Mondrande entstandene Erscheinung angesehen, erwies sich nun nach der durch die spätern Beobachtungen zur Herrschaft gelangenden Annahme als die nicht selbstleuchtende, aber von der Sonne erleuchtete, also nur durch reflectirtes Sonnenlicht leuchtende eigentliche Atmosphäre der Sonne, und zwar als eine Atmosphäre von ungeheuerer Erstreckung, da die Breite der Corona dem fünften Theil des Sonnenhalbmessers gleichkommt.

Um dieser neuen Beobachtung zu genügen, baute man nun die Herschel'sche Theorie weiter aus, indem man noch eine dritte, die Sonne umgebende Gashülle annahm. Man hatte jetzt also, wie A. von Humboldt dies darstellt, 1) eine innere, die Fleckenhöfe bildende Atmosphäre, 2) eine Photosphäre in der Mitte, und 3) die neu hinzugefügte wolkige, unvollkommen durchscheinende,

äußere Atmosphäre noch über der Photosphäre, der vermeintlich selbstleuchtenden Lichthülle; und es gewann ganz den Anschein, als sollte, ähnlich wie einst das Ptolemäische Planetensystem durch immer neue Epicyklen, so jetzt Herschel's Theorie von der Sonne durch immer neue Umhüllungen soviel als möglich mit den Beobachtungen in Einklang gebracht werden. Für den Kopernicus dieser Theorie war die Zeit noch nicht gekommen, wohl aber erinnerte schon jetzt mancher Alphonsus an das Wort des castilischen Königs: „Wäre ich bei der Schöpfung zu Rathe gezogen, ich hätte es einfacher eingerichtet." Vorläufig indeß glaubte man wirklich auf dem rechten Wege zu sein. „Nicht blos die Existenz der dritten und äußersten Umhüllung der Sonne", versicherte noch 1850 der „Kosmos", „sondern die Vermuthungen über die ganze physische Constitution des Centralkörpers unsers Planetensystems werden bekräftigt durch Arago's Entdeckung der chromatischen Polarisation" (Kosmos, III, 394). Und in der That schienen Arago's Versuche mit dem Polariskop keinen Zweifel zu lassen, daß das, was in der Sonne leuchtet, nicht aus dem festen Sonnenkörper, nicht aus etwas tropfbar Flüssigem, sondern aus einer gasförmigen Umhüllung kommt, wie sie auch für die veränderlichen Sterne ergaben, „daß deren äußere oder leuchtende Theile nicht flüssig sind, sondern daß ihr Licht von einer unsern Wolken oder unsern Leuchtgasen vergleichbaren Substanz ausgeht" (Arago's Werke, XII, 94 u. 146).

„Wir haben hier", ruft A. von Humboldt aus, „eine materielle, physische Analyse der Photosphäre"; noch ohne Ahnung davon, was zehn Jahre später durch eine andere Analyse und durch spätere Beobachtungen aus dieser Photosphäre werden sollte.

Kaum ein Jahr war er dahingeschieden, und schon war diese Theorie mehr als fraglich geworden. Am 18. Juni 1860 trat jene berühmte Sonnenfinsterniß ein, die uns neue Aufschlüsse über die Beschaffenheit der Sonne bringen sollte. Wie einst vor hundert Jahren die Venusdurchgänge uns Entfernung und Größe der Sonne, so sollte sie uns nun die eigentliche Natur der Sonne kennen

lehren. Wie damals (vgl. S. 196) sehen wir denn auch jetzt wieder alle Cultur-Nationen die Männer der Fachwissenschaft auf diesen neuen kosmischen Eroberungszug aussenden; und mit Recht, denn „Alles, was über die eigentliche Beschaffenheit der Sonne Aufklärung verspricht, hat ohne Zweifel die größte Wichtigkeit für den denkenden Menschen, ganz abgesehen von der wissenschaftlichen Bedeutung des Fortschritts der Erkenntniß". Mit diesen Worten widerlegt Winnecke selbst, was er kurz zuvor bemerkt: „daß die Wichtigkeit der jetzt schwebenden Fragen der Bedeutung der damals zu erlangenden Resultate vielleicht nicht die Wage hält". Die jetzigen und die damaligen Forschungen stehen überhaupt nicht parallel; sie bezeichnen zwei verschiedene, einander folgende Entwickelungsstufen der Astronomie. Hatten jene die Vervollkommnung der Mechanik des Himmels herbeigeführt, indem sie uns Entfernung und Größe der Sonne kennen lehrten, so sollen diese uns nun die sichern Grundlagen der Physik des Himmels verschaffen, für welche die richtige Erkenntniß der physischen Beschaffenheit unsers Fixsterns die erste Bedingung ist.

Ueber diese Aufschluß zu gewinnen, sehen wir denn auch am 18. Juni 1860 die Astronomen aller Länder auf der ganzen Linie der totalen Verfinsterung gerüstet, die bei derselben eintretenden Erscheinungen, insbesondere die Corona mit ihren räthselhaften Lichtgebilden mit allen Hülfsmitteln der Gegenwart zu erforschen. Die Zone derselben lief in einer Breite von etwa 20 Meilen von der Westküste des nördlichen Amerika, wo die Sonne verfinstert aufging, durch die Länder der Hudsonsbai, an der Südspitze von Grönland vorüber quer über das Atlantische Meer, durchschnitt Spanien, setzte über das Mittelländische Meer nach Algerien über und erstreckte sich durch Nordafrika bis zu dem südlichen Theil des Rothen Meeres, wo die Sonne verfinstert unterging. An den beiden Endpunkten beobachteten dort an der Westküste von Washington und an der Ostküste von Labrador amerikanische, hier in Dongolah ägyptisch Astronomen; eine französische Expedition war nach dem südlichen Theile Algeriens gesendet; den Hauptsammelplatz aber bildete Spanien, wo russische, deutsche, dänische, norwegische, schwedische,

englische, französische, portugiesische, spanische und italienische Astronomen der Erscheinung harrten, um durch allseitige Beobachtung derselben auf die vielen noch ungelösten Fragen Antwort zu erhalten. Leider ist bei diesen Beobachtungen die von allen Täuschungen subjectiver Eindrücke freie und deshalb zur Feststellung des Thatsächlichen (namentlich in Betreff der Protuberanzen) ganz besonders geeignete Photographie noch nicht in so ausgedehntem Umfange und mit so planmäßiger Vertheilung der Beobachtung auf das ganze Gebiet der totalen Verfinsterung, insbesondere auf die Anfangs-, Mittel- und Endpunkte der Finsterniß, in Anwendung gekommen, wie es zur sichern Ermittelung der im Laufe derselben an den Protuberanzen stattgefundenen Veränderungen wünschenswerth gewesen wäre. Noch mehr aber ist zu bedauern, daß die Spectralanalyse damals noch nicht soweit ausgebildet war, um bei Untersuchung der Corona und Protuberanzen verwendet werden zu können, eine Untersuchung, die für die Zukunft die größten Erfolge verspricht.

Immerhin indeß war das Resultat der Beobachtungen von hoher Bedeutung für die Erkenntniß der Sonnenbeschaffenheit, namentlich dadurch, daß es die herrschende Theorie mehr als in Frage gestellt hat, insbesondere durch das, was diese Beobachtungen in Betreff der Protuberanzen (das sind jene bei totalen Sonnenfinsternissen am innern Rande der Corona in rothem [rosa bis violettem] Lichte, doch weniger hell als diese sichtbar werdenden Erscheinungen, die bald wie ungeheuere Berge, bald zacken-, bald flammenförmig über die dunkle Mondscheibe hinausragen, bald wie abgesonderte Wolkengebilde über derselben in der Corona schweben) schon jetzt haben erkennen lassen.

Nach den übereinstimmenden Ansichten eines Leverrier, O. Struve, Bremiker, Hornstein und der Mehrzahl der Astronomen überhaupt sind diese Protuberanzen nicht, wie einige meinten, bloße Lichtreflexe, sondern der Sonne selbst angehörig, sind als wolkenartige Niederschläge in dem niedern Theil der Sonnenatmosphäre anzusehen, die geringere Temperatur und Leuchtkraft als der Sonnenkörper selbst besitzen und sich bei starker Blendung auf der Sonnen-

scheibe als schwarze Flecken projiciren; da, wie Bremiker in dem Bericht über die Sonnenfinsterniß vom 18. Juli 1860 sagt, „die Protuberanzen bei Eintritt der totalen Finsterniß genau an denselben Stellen erschienen, wo soeben noch Flecken hart am Sonnenrande beobachtet waren, sodaß an dem Zusammenhang derselben mit den Sonnenflecken nicht mehr gezweifelt werden kann". Ja, der wiener Astronom Hornstein hat diesen Zusammenhang durch eine specielle Vergleichung der Fleckenpositionen im Juli 1860 mit den Stellen des Sonnenrandes, an welchen sich bei der Finsterniß jene Protuberanzen zeigten, bereits näher dargelegt, der Ansicht von Zeilitsch und anderer entgegen, welche diesen Zusammenhang bestreiten. Findet er wirklich statt, so wäre hiermit die Theorie von der innern fleckenbildenden Atmosphäre, welche man zur Erklärung der Sonnenflecke erfunden hatte, sowie die complicirte Gashüllentheorie überhaupt beseitigt.

Spörer's Fleckenbeobachtungen haben zu demselben Resultat geführt, indem auch sie die Ahnung Galilei's bestätigen, daß wir es bei den Sonnenflecken mit Wolkengebilden in der Sonnenatmosphäre zu thun haben; wenigstens glaubt Spörer auf Grund umfassender Beobachtungen mit Bestimmtheit aussprechen zu dürfen: „Keine Hypothese über die Sonne kann für richtig gelten, welche die Sonnenflecken von bestimmten Stellen der Oberfläche abhängig macht."

Daß die Flecken nicht blos ihre Gestalt, sondern auch ihren Ort verändern, und deshalb zur Bestimmung der Rotationszeit der Sonne nicht ohne weiteres geeignet sind, war schon früher erkannt, und gerade hierdurch wiederum Anregung zu genauern Beobachtungen gegeben worden. Schon der „Kosmos" (III, 392) wies darauf hin: „daß die verschiedenen Angaben der Umlaufszeit der Sonne keineswegs der Ungenauigkeit der Beobachtung allein zuzuschreiben seien, vielmehr von der Eigenschaft einiger Flecken herrühren, selbst ihren Ort auf der Scheibe zu verändern". Durch die Fleckenbeobachtungen von Carrington, Peters und insbesondere von Spörer ist diese neue „Eigenschaft", ist die „allgemeine" Eigenbewegung der Flecken seitdem näher ermittelt und festgestellt

worden. Dieselben ergaben, daß man eine kleinere oder größere Rotationszeit erhält, je nachdem man zur Bestimmung derselben Flecken in der Nähe des Aequators oder in höhern Breiten anwendet. Hierdurch wurde klar, daß auf der Sonne Strömungen herrschen müssen, durch welche die Flecken fortgetrieben werden, und zwar am Aequator im Sinne der Rotation, in höhern Breiten gegen dieselbe. Nunmehr kam es darauf an, das allgemeine Gesetz dieser Strömungen zu finden und die Stärke derselben zu bestimmen. Auch dem ist man bereits auf der Spur. Nach Spörer's Untersuchungen zeigen sich in diesen Strömungen viele Analogien mit den Strömungen in der Erdatmosphäre; nur daß sie rapider und gewaltiger erscheinen. Spörer nennt sie deshalb „die Stürme auf der Sonne". Nach ihm herrschen zu beiden Seiten des Sonnenäquators bis zum 6. Breitengrade Stürme in der Richtung der Rotation, also von West nach Ost, mit einer Geschwindigkeit von durchschnittlich 26 Meilen in der Stunde; während jenseit des 10. Breitengrades Oststürme die Herrschaft haben, deren Geschwindigkeit unter dem 30. Breitengrad etwa 34 Meilen stündlich beträgt. Zwischen dem 6. und 10. Breitengrad kämpfen beide Richtungen miteinander, bald gewinnt der Ost-, bald der Weststurm die Oberhand.

Neben diesen mit dem Sonnenäquator parallelen Strömungen scheinen andere senkrecht auf dieselben gerichtete vorzukommen, durch welche die Flecken zum Aequator hin und von demselben fortgetrieben werden; doch hat sich das Gesetzmäßige dieser Polarströmnngen noch nicht in gleicher Weise herausgestellt wie bei jenen. Nach Carrington's Beobachtungen (Monthly Notices, XX) findet zwar für die Flecken zwischen 20 und 30 Grad Breite eine tägliche Breitenänderung von 1—5 Minuten dem Pole zu statt, während die Flecken zwischen 10 Grad nördlicher und 10 Grad südlicher Breite dem Aequator täglich um 4 Minuten näher rücken; nach Spörer ist jedoch nur das erstere mit dessen Wahrnehmungen in Uebereinstimmung, das letztere nicht. (Die neuern Beobachtungen Spörer's haben dagegen das von Carrington gefundene merkwürdige Resultat bestätigt, daß in Rücksicht auf die heliographische Breite

eine eigenthümliche Verschiebung der Fleckenzonen stattfindet, und Aehnliches auch schon in Betreff der heliographischen Länge ergeben. Vgl. Heiß, Wochenschrift für Astronomie, 1864, S. 138.) Von besonderer Wichtigkeit ist der bei den Bewegungen der Flecken von Spörer festgestellte Umstand: daß eine erhebliche Aenderung in der Geschwindigkeit oder der Richtung der Stürme mit großen Gestaltsveränderungen der Flecken verbunden ist. Bei einigen Flecken sind auch drehende Bewegungen beobachtet worden, die vielleicht (ebenso wie die spiralige Structur mancher Flecken) auf Wirbelstürme in der Sonnenatmosphäre hindeuten.

Während nun alle diese Beobachtungen die herrschenden Vorstellungen von der Constitution der Sonne, insbesondere aber das Dogma von der innern fleckenbildenden Atmosphäre mehr und mehr erschüttern, tritt die große Entdeckung der Spectralanalyse (vgl. Anhang 3) ins Leben, erklärt die ganze frühere Annahme eines dunkeln, mit einer leuchtenden Photosphäre umgebenen Sonnenkörpers für einen wissenschaftlichen Traum und belehrt uns: „daß die Sonne aller Wahrscheinlichkeit nach aus einem festen oder tropfbarflüssigen, in der höchsten Glühhitze befindlichen Kerne besteht, der umgeben ist von einer Atmosphäre von etwas niedrigerer Temperatur".

Mit dieser Annahme glaubt nun Kirchhoff (Untersuchungen über das Sonnenspectrum, S. 17 fg.) die Erscheinungen, welche die Sonnenflecken darbieten, vollständiger und ungezwungener erklären zu können als mit jener andern, zur Erklärung derselben erfundenen Hypothese vom dunkeln Sonnenkörper und seinen drei Gashüllen. „In der Atmosphäre der Sonne", sagt er, „müssen ähnliche Vorgänge als in der unserigen stattfinden; locale Temperaturerniedrigungen müssen dort, wie hier, die Veranlassung zur Bildung von Wolken geben; nur werden die Sonnenwolken ihrer chemischen Beschaffenheit nach von den unserigen verschieden sein. Wie zur Zeit, als die Erde noch glühte, deren Atmosphäre eine viel mannichfaltigere Zusammensetzung haben, noch alle in der Glühhitze flüchtigen Stoffe enthalten mußte, so muß dies noch gegenwärtig bei der Sonnenatmosphäre der Fall sein. Wenn nun in dieser sich

eine Wolke bildet, so werden alle über derselben liegenden Theile der Atmosphäre abgekühlt werden, weil ihnen ein Theil der Wärmestrahlen, welche der glühende Körper der Sonne ihnen vorher zusendete, durch die Wolke entzogen wird. Diese Abkühlung wird um so bedeutender sein, je dichter und größer die Wolke ist, und dabei erheblicher für diejenigen Punkte, die nahe über der Wolke liegen, als für die höhern. Eine Folge davon muß sein, daß die Wolke mit beschleunigter Geschwindigkeit von oben her anwächst und kälter wird. Ihre Temperatur sinkt unter die Glühhitze, sie wird undurchsichtig und bildet den Kern eines Sonnenfleckens. Aber auch noch in beträchtlicher Höhe über dieser Wolke findet Temperaturerniedrigung statt, und zwar nicht allein vertical über ihr, sondern auch seitlich. Sind hier irgendwo durch die Tiefe der schon herrschenden Temperatur oder durch das Zusammentreffen zweier Luftströme die Dämpfe ihrem Condensationspunkte nahe gebracht, so wird diese Temperaturerniedrigung die Bildung einer zweiten Wolke bewirken, die weniger dicht ist als jene (weil in der Höhe, der geringern Temperatur wegen, die Dichte der vorhandenen Dämpfe kleiner ist als in der Tiefe), und die, theilweise durchsichtig, den Halbschatten bildet, wenn sie eine hinreichende Ausdehnung gewonnen hat." Diese beiden Wolkenschichten spielen also in der Kirchhoff'schen Theorie der Sonnenflecken dieselbe Rolle, wie die beiden Oeffnungen der wolkigen Atmosphäre und der Photosphäre in der Wilson-Herschel'schen. Die große Veränderlichkeit, welche die Flecken zeigen, erklärt er durch die Stärke der Stürme, welche in der Nähe der Wolken sich bilden müssen, und zur Erklärung der merkwürdigen Eigenthümlichkeit, daß die Flecken nur innerhalb einer gewissen Entfernung vom Aequator vorkommen, bemerkt er: „Secchi hat aus seinen Beobachtungen geschlossen, daß die Polargegenden der Sonne eine niedrigere Temperatur besitzen als die Aequatorialzone. Ist dieses der Fall, so muß an der Oberfläche des Sonnenkörpers die Atmosphäre von den Polen nach dem Aequator strömen, hier sich erheben und in der Höhe nach den Polen zurückfließen; es muß die Atmosphäre der Sonne in einer ähnlichen Bewegung sein, wie sie unsere Atmosphäre infolge der größern Wärme der

Tropengegenden zeigt. Dort wie hier wird der Aequatorialstrom in gewisser Entfernung vom Aequator sich senken und mit dem ihm entgegenkommenden Polarstrome zusammentreffen. Diese Strömungen der Sonnenatmosphäre müssen die Bildung von Wolken veranlassen können. Sieht man sie als die wirksamste Ursache der Wolkenbildung an, so wird begreiflich, daß nur innerhalb einer gewissen Entfernung vom Aequator sich Wolken von einer solchen Dichtigkeit und Größe erzeugen, daß sie dem Beobachter auf der Erde als Flecken erscheinen."

„Es kann nicht zweifelhaft sein", fügt Spörer hinzu, „daß diese durch physikalische Untersuchungen gefundene Hypothese mit dem Gesetz der Stürme, soweit sich ein solches aus den astronomischen Beobachtungen ergeben hat, durchaus in Uebereinstimmung ist. Wir haben einen längere Zeit dauernden Polarstrom oder Aequatorialstrom kennen gelernt; wir haben gesehen, wie der eine durch den andern verdrängt wurde, wie gleichzeitig an nahe gelegenen Orten verschiedene Stürme herrschten; wir haben besonders in einem Fall das Entstehen eines großen Fleckens dadurch nachgewiesen, daß der Aequatorialstrom in die Region der Oststürme eingebrochen war, und wie dieser dann wieder durch den gewöhnlichen Oststurm verdrängt worden. Alles dies ist offenbar mit der Kirchhoff'schen Hypothese leichter vereinbar als mit der Hypothese Herschel's (vgl. Spörer, Die Stürme auf der Sonne, S. 18).

Daß diese letztere mit sichern physikalischen Erkenntnissen in solchem Grade in Widerspruch stehe, „daß sie selbst dann verworfen werden müßte, wenn man nicht im Stande gewesen wäre, die Erscheinungen der Sonnenflecken auf eine andere Weise auch nur einigermaßen begreiflich zu machen", ist auch die Meinung Zöllner's, der zur Erklärung derselben in seinen „Photometrischen Untersuchungen" (vgl. Note 137) zwar an die Ergebnisse der Spectralanalyse, welche die glühende Beschaffenheit des Sonnenkörpers wahrscheinlich machen, anknüpft, nun aber seinerseits wieder annimmt, daß wir in den Fleckenerscheinungen der Sonne die ersten Anfänge ihres Schlackenbildungsprocesses vor Augen haben, daß sich der glühendflüssige Sonnenkörper also in dem Stadium der Erkaltung befinde,

wo die Schlackenbildung beginnt. „Diese Anfänge“, meint er, „kündigen sich uns durch das Erscheinen kleiner, relativ dunkler Stellen an, welche, an kältern Stellen entstanden, infolge ihrer relativen Kleinheit einerseits und der gewaltigen Bewegungen auf der feurigflüssigen Oberfläche des Sonnenkörpers andererseits an wärmern Stellen sich wieder in der allgemeinen Glutmasse auflösen. So lange die Schlacken noch nicht durch größere Ausdehnung und Consistenz in ihrer Beweglichkeit auf der feurig-flüssigen Sonnenoberfläche gehemmt sind, werden sie, analog den erratischen Felsblöcken in schwimmenden Eisschollen, vermöge der Centrifugalkraft des rotirenden Sonnenkörpers nach den Aequatorialgegenden getrieben werden, woraus sich das überwiegende Vorkommen derselben in einer Aequatorialzone erklärt.“

In ähnlicher Weise hatte schon vor Zöllner E. Gautier in Genf die Erscheinungen auf der Sonnenoberfläche erklärt. In der Astronomischen Wochenschrift von Heis, 1864, S. 126, theilt er das Ergebniß seiner Forschungen dahin mit: „Die Hypothese Kirchhoff's voraussetzend, daß die Sonne eine glühende, geschmolzene Masse ist, umgeben von einer Atmosphäre, habe ich meine Untersuchungen über die in Fluß befindlichen Metalle fortgesetzt und die Annahme bestätigt gefunden, daß unter dem Einflusse äußerer localer Erkaltungen oder innerer chemischer Einwirkungen partielle Erstarrungen der flüssigen Masse sich auf der Oberfläche der Sonne unter Form von Oxyden oder Salzen bilden können und die Phänomene der Sonnenflecken erklären. Diese auf der Oberfläche der flüssigen Masse schwimmenden Körper können an den Bewegungen der Masse selbst theilnehmen und in die Wirbel der umgebenden Atmosphäre hineingezogen werden. Sie sind empfänglich für die verschiedenen Veränderungen der Formen, Risse, Anhäufungen und Trennungen; es läßt sich das langsame oder plötzliche Verschwinden erklären durch Auflösung der erstarrten Masse in der umgebenden flüssigen. Diese Hypothese gibt besser als jede andere Rechenschaft von den Erscheinungen der Flecken, von ihrer Dunkelheit, ihren verworrenen Umrissen und von ihrer Beständigkeit. Die Atmosphäre der Sonne ist wahrscheinlich von bedeutend größerer

Dichtigkeit als die der Erde, besonders in den Unterschichten, und sie übt auf die Sonnenoberfläche einen jener Dichtigkeit entsprechenden Druck aus. Die metallischen Dünste, deren Gegenwart die Versuche Kirchhoff's dargethan haben, sind Grund der Erscheinungen des rosigen Randes und der Protuberanzen der Sonne, welche man bei totalen Sonnenfinsternissen beobachtet. Diese Dünste, denen Staub, Rauch oder Lava beigemengt sind, welche eine größere oder geringere Durchsichtigkeit besitzen, erklären auch das eigenthümliche punktirte Ansehen der Sonnenoberfläche."

Die Ortsveränderungen der Flecken, die in Rücksicht auf Länge und Breite mehr oder weniger bedeutend sind, erklärt auch Gautier durch Stürme in der infolge der gewaltigen Hitze der Feuermasse aufgeregten Sonnenatmosphäre; die fast regelmäßige Beschleunigung der Fleckenbewegung in der Aequatorialzone dagegen leitet er aus dem Effect der äußern Einwirkung der Sonnenatmosphäre, verbunden mit der innern, im Fluß befindlichen Masse her. „Die Umdrehungsgeschwindigkeit der Sonnenkugel kann sich nicht der umgebenden Gashülle bis zu den äußersten Grenzen derselben mittheilen. Es findet also eine Reibung statt, welche abhängig ist von der Geschwindigkeit und dem Cosinus der Breite." (Vielleicht ließe sich hierdurch auch die gegenseitige Bedeckung zweier Sonnenflecken erklären, von welcher E. Weiß in Nr. 1471 der „Astronomischen Nachrichten" Mittheilung macht.)

Ob und in wie weit nun diese, zum Theil wieder an die Ideen La Hire's und anderer erinnernde Theorien ausreichen, *sämmtliche* Erscheinungen an der Oberfläche der Sonne vollständig zu erklären, werden weitere Beobachtungen und Forschungen lehren; darin aber wird man bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse Zöllner wol unbedenklich beitreten dürfen: „Die *Annahme einer glühenden Beschaffenheit der Sonne* oder wenigstens einer solchen, welche ihre Licht- und Wärmeentwickelung nach uns bekannten Analogien begreiflich macht, muß unter allen Umständen die Basis für alle Theorien der Sonnenflecken sein, selbst wenn es nicht gelingen sollte, eine genügende Erklärung der Penumbren

und ihrer eigenthümlichen Veränderungen in der Nähe des Sonnenrandes zu geben."

So sollen wir also nun doch an jene alten Vermuthungen wieder anknüpfen müssen, die schon Anaxagoras aussprach, sollen die Sonne für „eine geschmolzene feurige Masse" (μύδρος διάπυρος) halten, was uns heute wenigstens nicht ähnlicher Verfolgung aussetzen wird wie damals, als noch andere Dogmen die Herrschaft hatten.

Aber nicht genug hiermit, auch was schon Thales von allen Gestirnen geglaubt haben soll: daß sie „erdartiger, feuriger Natur seien" (γεώδη καὶ ἔμπυρα, Plutarch plac., II, 13), auch das weist uns die Spectralanalyse jetzt von den Fixsternen wirklich als richtig nach, indem sie uns diese als feurige Körper ähnlicher Art wie unsere Sonne erkennen läßt, und uns sogar die irdischen Stoffe nennt, die in ihren Atmosphären verbrennen (vgl. Anhang 3).

In wunderbarer Weise scheint durch alle diese Untersuchungen und Beobachtungen der Gegenwart nun auch alles das seine Bestätigung finden zu wollen, was die kühne Speculation unsers großen Philosophen schon vor hundert Jahren von der Beschaffenheit der Sonne mit zuversichtlicher Sicherheit zu erschließen gewagt hatte.

„Zuvörderst setze ich fest, daß man nicht zweifeln könne, die Sonne sei wirklich ein flammender Körper", so beginnt Kant seine Schilderung der Sonnenbeschaffenheit in der noch immer nicht ihrem vollen Werthe nach gewürdigten „Naturgeschichte des Himmels". „Wenn nun aber die Sonne", fährt er dann fort, „oder die Sonnen überhaupt flammende Kugeln sind, so ist die erste Beschaffenheit ihrer Oberfläche, die sich hieraus abnehmen läßt, daß auf ihnen Luft befindlich sein müsse, weil ohne Luft kein Feuer brennt. Dieser Umstand gibt Anlaß zu merkwürdigen Folgerungen. Denn wenn man erstlich die Atmosphäre der Sonne und ihr Gewicht in Verhältniß des Sonnenklumpens setzt, in welchem Stande der Zusammendrückung wird diese Luft nicht sein, und wie vermögend wird sie nicht ebendadurch werden, die heftigsten Grade des Feuers durch ihre Federkraft zu unterhalten? In dieser

Atmosphäre erheben sich allem Vermuthen nach auch die Rauchwolken von den durch die Flamme aufgelösten Materien, die, wie man nicht zweifeln darf, eine Mischung von groben und leichtern Theilchen in sich haben, welche, nachdem sie sich zu einer Höhe, die für sie eine kühlere Luft hegt, erhoben haben, in schweren Pech- und Schwefelregen herabstürzen und der Flamme neue Nahrung zuführen. Ebendiese Atmosphäre ist auch, aus den gleichen Ursachen wie auf unserer Erde, von den Bewegungen der Winde nicht befreit, welche aber, dem Ansehen nach, alles, was die Einbildungskraft nur sich vorzustellen vermag, an Heftigkeit weit übertreffen müssen. Wenn irgendeine Gegend auf der Oberfläche der Sonne, entweder durch die erstickende Gewalt der ausbrechenden Dämpfe oder durch den sparsamen Zufluß brennbarer Materien, in dem Ausbruch der Flamme nachläßt, so erkühlt die darüber befindliche Luft einigermaßen, und indem sie sich zusammenzieht, gibt sie der daneben befindlichen Platz, mit einer dem Ueberschusse ihrer Ausspannung gemäßen Gewalt in ihren Raum zu dringen und die erloschene Flamme anzufachen" (Kant's Werke, VI, 174). Ist es nicht, als habe er alles schon gekannt, was die Sonnenbeobachtungen unserer Tage und was die Spectralanalyse von der Beschaffenheit der Sonne erforscht haben; als habe er jene merkwürdigen Berichte über die Sonnenfinsterniß vom 18. Juli 1860, insbesondere über die „Feuerzungen", lenguas de fuego, wie die spanischen Astronomen die Protuberanzen nennen, schon vor Augen gehabt? Stimmt seine Schilderung nicht in allem Wesentlichen mit jenen Vorstellungen überein, zu welchen die spectralanalytischen Untersuchungen der Gegenwart hindrängen?

„Diese Vorstellung von der Beschaffenheit der Sonne", sagt Kirchhoff von der seinigen, „ist in Uebereinstimmung mit der von Laplace begründeten Hypothese über die Bildung unsers Planetensystems." Aber war es denn nicht der deutsche Philosoph, der schon 1755, also 41 Jahre vor der erst 1796 erschienenen „Exposition du système du monde, par P. S. Laplace", diese Hypothese, und zwar, kühn genug, nicht blos für unser Sonnensystem, sondern für alle Weltkörper, für das ganze Weltall

aufzustellen gewagt, und der, was gerade hier in Betracht kommt, aus ihr auch schon alle jene Folgerungen in Bezug auf die Beschaffenheit der Sonne abgeleitet hatte, die so wunderbar mit den Vorstellungen harmoniren, zu welchen heute die Forscher auf Grund der Fleckenbeobachtungen und der spectralanalytischen Untersuchungen, ohne, wie es scheint, auch nur an Kant zu denken, gelangt sind? Mag aber immerhin die mehr mathematische Begründung der Hypothese durch den großen Geometer die Astronomen bestimmt haben, sie nach La Place zu benennen, der große deutsche Philosoph sollte doch nicht vollständig mit Stillschweigen übergangen werden, am wenigsten da, wo es sich um seine Muthmaßungen über die physische Beschaffenheit der Sonne handelt.

„Diese Muthmaßungen vergnügen mich nicht wenig vermittels der Hoffnung, selbige noch wol dereinst durch wirkliche Beobachtungen bestätigt zu sehen", fügte Kant einer andern kühnen Folgerung seiner Hypothese (der Erahnung des Ringsystems des Saturn) mit Zuversicht hinzu — und schon als er dies schrieb, war diese Hoffnung durch Cassini in Erfüllung gegangen! (Vgl. Kant's Werke, VI, 143.) Wie würde er sich heute freuen, könnte er noch Zeuge davon sein, daß nun auch seine Ahnungen von der Beschaffenheit der Sonne durch neue Organe der Forschung ihre Bestätigung finden, daß sie nun doch noch zur Geltung und Anerkennung kommen sollten, nachdem sie durch die Hypothese ebendesselben großen Forschers, dessen ruhmvolle Eroberungszüge in die Regionen des Himmels fast alle seine übrigen Ideen vom Weltbau zur Wahrheit werden ließen, beinahe schon verdrängt schienen!

Hiermit wäre dann wieder nicht weniger als alles in Frage gestellt, was die Forscher seit Schülen und Wilson, seit Bode und Herschel von der Beschaffenheit unserer Sonne erkannt zu haben glaubten. Was könnte mehr die hohe Wichtigkeit und Bedeutung, ja die unumgängliche Nothwendigkeit sorgfältiger und unausgesetzter Sonnenbeobachtungen bezeugen, wie sie jetzt schon allerorten begonnen haben und in noch viel umfassenderer Weise auf jener Sonnenwarte der Zukunft in Aussicht stehen, deren wir oben (Note 139) gedacht haben? Denn jetzt handelt es

sich darum, die neuen Vermuthungen, zu welchen die Spectralanalyse geführt hat, durch die umfassendste Beobachtung aller Erscheinungen an der Sonnenoberfläche auch von andern Seiten her zu prüfen und insbesondere zu untersuchen, wie dieselben mit den oben angedeuteten, durch das Polariskop gewonnenen und schon so unzweifelhaft scheinenden Ergebnissen in Einklang zu bringen sind, und ob die so viele Scrupel erregenden Halbschatten durch die Kirchhoff'sche Theorie schon vollständig erklärt werden. Noch in der neuesten (fünften) Auflage der „Wunder des Himmels" glaubt Littrow die Wilson-Herschel'sche Hypothese (namentlich wegen der unzureichenden Erklärungen der Halbschatten durch Kirchhoff) noch immer für die plausibelste ansehen zu dürfen, da, wie er meint, an dieser, wie schon Secchi hervorgehoben, nur die drei Gashüllen hypothetischer Natur, der Umstand aber als „erwiesene Thatsache" zu betrachten sei: daß die Flecken Vertiefungen angehören. Indeß sollten nicht auch hier optische Täuschungen mitunterlaufen, sollte nicht die höchste Beachtung verdienen, woran Zöllner (S. 246 der „Photometrischen Untersuchungen") erinnert: „daß man bei allen bisher aufgestellten Theorien der Sonnenflecken den Einfluß der Refraction der Sonnenatmosphäre auf die Gestalt der an ihrer Oberfläche wahrgenommenen Objecte mit Unrecht gänzlich vernachlässigt hat. Selbst wenn die Penumbra im gleichen Niveau mit dem dunkeln Kerne auf der Sonneroberfläche sich befände, so würde man im Stande sein, lediglich durch Annahme einer hinreichend starken Refraction sowol die Vergrößerung des dem Sonnenrande zugekehrten Theils der Penumbra als auch jene scheinbaren Vertiefungen zu erklären, welche sich am Sonnenrande öfters an der Stelle zeigen, wo infolge der Rotation ein Flecken verschwindet." Gewiß bedarf es in dieser und in vielen andern Beziehungen noch der umfassendsten und allseitigsten Beobachtungen und Untersuchungen, bevor wir mit Littrow von „erwiesenen Thatsachen" sprechen dürfen; so namentlich in Betreff der schon vor längerer Zeit von H. Dawes angeregten und noch immer unerörtert gebliebenen Principalfrage: ob denn überhaupt alle Flecken der Sonne nur einer und derselben Ursache ihre

Entstehung verdanken; ob man nicht ganz verschiedene Dinge zusammenwirft; ob nicht etwa die Flecken mit dunkelm Kern einen andern Ursprung haben als jene, denen der Kern fehlt; ob der Kern und der sogenannte Schatten überhaupt zusammengehören? Ohne Zweifel werden die jetzt mit so großem Eifer wieder aufgenommenen Sonnenbeobachtungen bald Genaueres hierüber erkennen lassen; insbesondere auch über die noch weniger erforschten, jetzt aber ebenfalls schon Gegenstand sorgfältiger Beobachtung gewordenen *Fackeln* und deren Zusammenhang mit den *Flecken*, wodurch sich dann wol erst das *eigentliche Wesen dieser Erscheinungen* enthüllen wird. Vielleicht daß uns diese Beobachtungen mit der Erweiterung unserer Kenntnisse von der Natur der Sonne zugleich auch eine neue Bereicherung unsers Planetensystems bringen, daß sie auch in dem Raume zwischen Mercur und Sonne, ähnlich wie in dem zwischen Mars und Jupiter, eine Schar bisher unbemerkt gebliebener Planetoiden entdecken helfen. Denn war jener kleine dunkle Fleck, den Lescarbault am 26. März 1860 vor der Sonnenscheibe vorüberziehen sah, ein solcher intramercurieller Planet, und ist die Vermuthung Leverrier's begründet, auf welche die Anomalien in der Bewegung des Mercur ihn hingeführt haben: daß vielleicht auch dort noch eine zahlreiche Planetoidenschar um die Sonne kreise und jene Anomalien hervorbringe, so müssen die *größern* dieser Körperchen bei ihrem Vorübergange vor der Sonnenscheibe als *kleine, schwarze, runde Flecken sichtbar werden*, Flecken, die sowol wegen ihrer Gestalt und dunkeln Färbung, wie namentlich wegen der Schnelligkeit ihres Durchgangs durch die Sonnenscheibe von den dieser selbst angehörenden Flecken mit den gegenwärtigen Hülfsmitteln leicht zu unterscheiden sind. Die Beobachtungen der neuesten Zeit haben zwar in dieser Beziehung noch zu keinen sichern Resultaten geführt, dagegen hat Wolf in Zürich aus den ältern Fleckenbeobachtungen eine Anzahl Fälle namhaft gemacht, die wirklich auf solche Durchgänge hinzudeuten scheinen; sodaß also auch in der Idee jener, welche einst alle Flecken in dieser Weise erklären wollten und von „bourbonischen" und „österreichischen" Gestirnen träumten (vgl. „Kosmos", III, 383), wenigstens etwas Wahres enthalten gewesen wäre.

Bestätigen nun die Beobachtungen und Untersuchungen auf der Sonnenwarte der Zukunft, was uns heute die Spectralanalyse lehrt, bringen sie uns nicht etwa wieder neue unverhoffte Einblicke in die wahre Natur der Sonne, so wären wir schon jetzt auf dem Wege, über die physische und chemische Beschaffenheit derselben sowie der Himmelskörper überhaupt sichere Auskunft zu gewinnen, zugleich aber auch auf dem Wege zu völlig neuen Anschauungen über die Fixsternwelt, Anschauungen, durch welche wiederum ältere Ahnungen ihre Bestätigung finden würden. Denn ist unsere Sonne, sind alle jene unzähligen Sonnen der Fixsternwelt glühende Körper, so scheinen sie auch als ebenso viele brennende Beläge der Hypothese von Kant und Laplace neuen Halt zu geben. Schon durch die Mechanik des Himmels (durch die gleichsinnige Axendrehung und Bewegung der Planeten um den in gleicher Richtung umschwingenden Centralkörper) unterstützt, oder vielmehr aus ihr hervorgegangen, hätte diese Theorie, welche alle Glieder des Sonnensystems aus einer ungeheuern glühenden, rotirenden Dunstmasse durch Verdichtung entstanden denkt, jetzt durch die Physik des Himmels erst ihre eigentliche Begründung gewonnen. Unsere Sonne und alle jene noch leuchtenden Sonnen der Fixsternwelt wären dann noch in jenem Zustande größter Glühhitze, in welchem sich nach dieser Hypothese und nach den Lehren der Geologie auch unsere Erde einst befand. Nur sie, nur die untergeordneten Glieder der Sonnensysteme wären dann schon in dem Stadium mehr oder weniger fortgeschrittener Erkaltung, hätten aufgehört zu leuchten, während der gewaltige Centralkörper noch fortglüht. Wird dies aber ewig dauern, oder geht auch unsere Sonne gleicher Erstarrung entgegen? Wird auch ihre Leuchtkraft dereinst erlöschen? Wird dasselbe mit dem zahllosen Heere der Sterne der Fall sein? Deutet etwa die allmähliche Abnahme des Lichts bei einzelnen Sternen und das Verschwinden anderer hierauf hin? Sind jene wol gewiß nicht minder zahllosen „dunkeln" Sonnen, die uns Bessel's Scharfsinn enthüllt hat, etwa solche schon erstarrte Sonnen? Verkündet uns vielleicht das Aufflammen und Erlöschen neuer Sterne die letzten Tage ihres Daseins? Sind sie, wie die Meteore, in Flammen auflodernd untergegangen? Sind

ihre Ueberreste ausgestreut in den Weltraum? Sind etwa die Meteore selbst solche „Weltsplitter" und zugleich wieder das Material für jene unzähligen Feuerherde, die wir nach dem Ergebniß der Spectralanalyse in den noch leuchtenden Sonnen brennen sehen? Sind endlich die „unauflöslichen" Nebel, deren gasartige Natur durch die spectralanalytischen Untersuchungen jetzt mehr als wahrscheinlich geworden (s. Note 178), vielleicht das Verbindungsglied zwischen Tod und Leben in der Sternenwelt? Sind sie wirklich, wie schon W. Herschel glaubte, die ersten Stadien, die Embryonen neuentstehender Welten? Wären wir hiermit dem großen kosmischen Kreislaufe auf die Spur gekommen? (Vgl. Anhang 4 und 5.)

In der That, die Fragen, welche sich an die Resultate der Spectralanalyse knüpfen, sind zahllos, sind von unabsehbarer Tragweite. Das neue Licht, welches diese große Entdeckung, welches die fehlenden Lichtstrahlen in den Spectren über die Beschaffenheit der Himmelskörper zu verbreiten begonnen haben, hat bereits auch seinen Schimmer geworfen in die ursachliche Verkettung aller jener Erscheinungen. (Vgl. Anhang 5.)

Wir wußten nicht alles, als wir erfuhren, daß die Sterne ihren Ort verändern; wir wußten nicht alles, als wir bemerkten, daß auch Licht und Farbe derselben wechseln; wenn sie brennende Körper sind, so können wir nun auch nicht mehr zweifeln, daß sie erlöschen werden, daß sie ein Entstehen und Vergehen haben, und die Gesammtheit der Erscheinungen überblickend, drängen sich uns die Fragen auf, die wir soeben gestellt haben. Damit ist der letzte, zum Theil noch heute fortlebende Rest des peripatetischen Gaubens an die Unverderblichkeit der Sternenwelt beseitigt und hiermit erst die Möglichkeit gegeben, die Erscheinungen an der Sonnenoberfläche und in den Lichtveränderungen der Fixsterne frei von solchen Voraussetzungen mit Unbefangenheit zu würdigen; vielleicht daß es nunmehr gelingt, zu sichern Aufschlüssen über die Beschaffenheit der Himmelskörper und hiermit zu einer wahren Physik des Himmels zu gelangen. Nur über die Sonne aber führt der Weg in die Fixsternwelt; nur die fortschreitende Enthüllung der wahren Natur und Beschaffenheit unsers Fixsterns

wird uns der Erkenntniß der gewiß unendlich mannichfaltigen Organisation jener unzähligen andern näher und näher bringen. Oder sollten wir auch heute noch daran verzweifeln dürfen, daß die Menschheit jemals etwas hiervon erfahren könne? Sollten wir heute noch mit Bessel nicht einmal für möglich halten, der wahren Beschaffenheit *unserer* Sonne auf die Spur zu kommen?

„Licht genug gibt sie", sagte noch er vom Urquell des Lichts, von der Sonne; „aber *gerade dieses Licht verhindert uns*, zu erfahren, wie sie beschaffen ist" (Bessel, Vorlesungen, S. 83). Und heute!?

Heute ist *gerade dieses Licht das Hauptmittel* geworden, den Schleier zu lüften, hinter welchem das Geheimniß des Sonnenballs verborgen ruht; heute hat uns *gerade dieses Licht* mit dem Polariskop und Spectroskop, mit den thermo-elektrischen und photometrischen Apparaten *bereits Organe schaffen helfen*, die uns wenigstens die ersten Einblicke in die Natur der Sonne möglich machen. Sind sie auch nur der Anfang des Anfangs, sie lassen uns ahnen, was der Zukunft gelingen wird, lassen uns heute schon die Zuversicht gewinnen: nicht blos ihr eigenes, auch das große Geheimniß der Fixsternwelt, *die Sonne bring't es an den Tag.*

2.

Das Fernrohr.

Eine jede Erfindung ist ein Kind ihrer Zeit, zugleich aber das Product eines tief in die Vergangenheit zurückreichenden Entwickelungsprocesses. Eine ganze Reihe sich gegenseitig unterstützender Vorbedingungen muß vorangehen, bevor sie möglich wird; dann aber, wenn diese gegeben, wird die Erfindung selbst unabweisbar, tritt sie mit Nothwendigkeit in die Erscheinung, vollzieht sich ihre Geburt nach gleich festen Gesetzen wie unsere eigene mit dem Ende der Embryozeit.

Für die Erfindung des Fernrohrs waren diese Vorbedingungen im Alterthum und Mittelalter noch nicht vorhanden (vgl. Note 86, 96 und 99 sowie S. 150—187), wohl aber im Werden und mit dem Ende des Mittelalters so weit erfüllt, daß sie reif war in das Leben zu treten. Gleichzeitig war die Gesammtentwickelung, insbesondere die Entwickelung des kosmischen Wissens bis zu einer solchen Stufe der Ausbildung gelangt, daß jene Erfindung nun erst mit ihr in Harmonie, nun erst wahrhaft verwerthbar, daß sie jetzt aber auch zur Nothwendigkeit geworden war, wenn anders die seit Kopernicus angebahnte Umgestaltung der Weltanschauung sich vollziehen, wenn die Fortentwickelung der Welterkenntniß überhaupt möglich werden sollte.

Und nun trat sie ein, das Wort unsers großen Dichters bestätigend:

Es gibt keinen Zufall;
Und was uns blindes Ohngefähr nur dünkt,
Gerade das steigt aus den tiefsten Quellen.

Und doch kann man seit Descartes und Huygens von der Meinung nicht loskommen, daß die Erfindung des Fernrohrs ein Werk des Zufalls sei, daß irgendein blindes Ohngefähr und zwar wiederum zufällig gerade im Anfang des 17. Jahrhunderts auf sie hingeführt habe!

Schon Descartes läßt in seiner 1627 erschienen Dioptrik eine solche Auffassung durchblicken, indem er den ersten Ursprung der Erfindung auf den zufälligen Einfall eines vor dreißig Jahren lebenden gewissen Jakob Metius zurückführt: „durch zwei geschliffene Gläser zu sehen, von welchen das eine convex, das andere concav war"; als ob nicht schon diese geschliffenen Gläser daran erinnerten, daß es sich zu jener Zeit nicht um den ersten Ursprung, sondern um das letzte Stadium der Erfindung handelte!

Noch bestimmter ist das rein Zufällige der Erfindung in der Dioptrik des Huygens hervorgehoben. „Wenn es je", erklärt Huygens, „einen Menschen von solcher Geisteskraft gegeben hätte, daß er durch bloßes Nachdenken und aus geometrischen Principien auf die Entdeckung des Fernrohrs gekommen wäre, so würde ich nicht anstehen, ihn für ein höheres, über alle Sterblichen weit erhabenes Wesen zu halten."

So nahe nun auch der Gedanke zu liegen scheint, daß, was die Kräfte des Einzelnen übersteigt, doch immer noch aus dem ineinandergreifenden Streben der Gesammtheit hervorgegangen sein könne; so nahe dieser Gedanke gerade einem Huygens hätte liegen sollen, der „durch Nachdenken und auf Grund geometrischer Principien" so viel zur weitern Fortentwickelung dieser Erfindung beigetragen hat: die Erfindung selbst soll durchaus, wie ein deus ex machina, urplötzlich durch irgendeinen Zufall in die Welt gesprungen sein. „Denn", fährt Huygens fort, „davon (nämlich davon, daß sie ein Product des menschlichen Nachdenkens und Strebens sei) sind wir so weit entfernt, daß selbst noch lange nachher unsere größten Gelehrten von dieser durch einen bloßen Zufall

gemachten Entdeckung die wahren Gründe nicht einmal gehörig angeben können."

Seitdem ist diese Erfindung immer und immer wieder als ein Zufall dargestellt worden. So z. B. noch neuerdings von Littrow, der doch so lebendig schildert: „wie fast alle großen Entdeckungen aus dem Zusammenwirken Vieler hervorgegangen sind, wie das Gedränge um den Punkt, wo der Schatz begraben liegt, allmählich zunimmt, bis endlich, wenn alle Vorbereitungen erschöpft sind, einem Sohne des Glücks gelingt, die Riegel zu sprengen, die ihn verschlossen hielten", dann aber dies allgemeine Gesetz für die Erfindung des Fernrohrs nicht gelten lassen will, vielmehr mit Emphase hervorhebt: „daß diese schönste und glänzendste aller Entdeckungen nur einem Zufall, einem blinden Ohngefähr, nur einem absichtslosen Spiele zweier Kinder zu verdanken sei". Ja selbst der große kosmische Denker spricht noch von der „so zufälligen Erfindung des Fernrohrs". Wenn er aber an einer andern Stelle selbst sagt: „Zufall nennen wir, was wir genetisch nicht erklären können", dürfen wir dann noch immer diese Erfindung als eine zufällige bezeichnen? Gewiß nicht, wenn anders wir nicht vergessen, daß wir den Einzelnen und dessen That nicht herausreißen dürfen aus dem Gange der Gesammtentwickelung, daß wir also auch nicht mit Huygens lediglich den einzelnen Menschen und dessen Fähigkeit, sondern die ganze Menschheit und alles das ins Auge fassen müssen, was die Erfindung vorbereitet und was sie möglich, ja was sie endlich zur Nothwendigkeit gemacht hat. Ein kurzer Rückblick auf die Entwickelungsreihe, aus welcher das Fernrohr hervorgegangen ist, wird dies zur Anschauung bringen.

Können wir nun freilich auch nicht alle ineinandergreifenden Fäden dieser Entwickelung aufdecken und bis ins Einzelne, bis in die ersten Anfänge zurück verfolgen — und in welcher Entwickelung könnten wir dies überhaupt? —, so vermögen wir es doch wenigstens insoweit, um mit Sicherheit zu erkennen, daß hier kein Zufall, daß vielmehr auch hier ein streng gesetzmäßiger Enwickelungsproceß obgewaltet hat, und daß die ersten Anfänge dieser Erfindung nicht am Ende des 16. Jahr-

hunderts, daß sie tief im Alterthum zu suchen sind; natürlich nur die embryonischen Keime derselben, nicht die reife Frucht, nicht die Erfindung selbst. Wenn nichtsdestoweniger diese von andern nun wieder bereits dem Mittelalter oder gar schon dem Alterthum zugeschrieben wird, so beruht dies auf einer ähnlichen Verkennung des großen weltgeschichtlichen Entwickelungsprocesses, wie die Meinung jener, welche die Erfindung für ein Spiel des Zufalls ansehen; der Träumereien Bailly's gar nicht weiter zu gedenken, der den ganzen Bildungsgang der Menschheit geradezu auf den Kopf stellt, indem er ein Urvolk dichtet, das im Besitz aller astronomischen Weisheit auch bereits Fernröhre aller Art gekannt und gebraucht habe, und ohne Zweifel auch wol schon mit Polariskop und Spectroskop nach der physischen Beschaffenheit der Himmelskörper geforscht haben würde, wenn diese Instrumente zu Bailly's Zeiten schon erfunden gewesen wären.

Allerdings berichtet schon Ditmar, Bischof von Merseburg, der im Anfang des 11. Jahrhunderts starb, daß Gerbert (Bischof von Rheims, später Papst Sylvester II.) sich eines „Rohrs zur Beobachtung der Gestirne bedient habe („considerata per fistulam quadam stella" heißt es im „Chronicon Martisburgense"); und Cysatus erzählt in seinem Werke über den Kometen des Jahres 1618, daß sich in der Bibliothek des Klosters Scheyern ein vor 400 Jahren geschriebenes Manuscript befinde, in welchem ein Astronom dargestellt sei, der durch ein Fernrohr den Himmel betrachtet (nach Mabillon, der dies bestätigt, ein Bild des Ptolemäus). Wenn aber Cysatus, in einer damals bei dem Wiederaufleben griechischer Wissenschaft erklärlichen Voreingenommenheit, hieraus folgert, daß schon die Alten mit dem Gebrauch der Fernröhre vertraut gewesen seien (fuisse usum tubi optici antiquis etiam astronomis familiarem), so ist dies nur insoweit richtig, daß sie in der That schon durch „Röhren" beobachtet haben. Sowol Strabo (lib. 3) als Aristoteles (De generat. animal., V, 1) sprechen ausdrücklich vom „Sehen durch Röhren", und von den Astronomen der Araber ist bekannt, daß sie durch „Röhren" beobachtet haben (Sedillot, Mémoire sur les instruments astronomiques des Arabes). Aber alle diese Röhren waren noch ohne Gläser,

dienten nur zu dem Zweck, das seitwärts einfallende Licht abzuhalten und dadurch die Schärfe der Beobachtung zu erhöhen, wie ja schon Aristoteles in der angeführten Stelle bemerkt: „daß diejenigen, welche sich in tiefen Erdschachten befinden, die Sterne bisweilen selbst am Tage sehen". Nur also gewissermaßen das Skelet des Fernrohrs war damals schon vorhanden. Bevor sich ihm mit den geschliffenen Gläsern gleichsam die Seele einfügen konnte, mußte die selbst noch in der ersten Kindheit befindliche Optik eine viele Jahrhunderte dauernde Entwickelung erfahren. Hat man nun trotz alledem aus der Ahnung des Demokritos vom Sternengewimmel der Milchstraße schließen wollen, daß schon er durch ein Fernrohr beobachtet habe, oder hat man wol gar auf Grund einer Stelle des Diodor (II, 47), „daß jenseit der Celten nach dem Nordpol hin eine Insel liege, auf der man den Mond so nahe sähe, um Berge auf ihm unterscheiden zu können", schon die Druiden jener Zeit mit Fernröhren von einer solchen Vollkommenheit ausgestattet, daß selbst die Teleskope der Gegenwart noch hinter ihnen zurückstehen würden, so hat man eben bei allen diesen Vermuthungen den Gang und das Gesetz der Gesammtentwickelung nicht minder außer Acht gelassen wie den Verlauf der besondern Entwickelungsreihe, aus welcher das Fernrohr hervorgegangen ist. Die Erfindung selbst konnte im Alterthum noch gar nicht vorhanden sein (vgl. S. 160, Note), und war es auch nicht; wohl aber reichen die embryonischen Anfänge derselben, die durch Erfahrung gewonnenen Kenntnisse von der vergrößernden Kraft sphärischer Glaskörper, bis tief in das Alterthum zurück.

Schon die alten Culturvölker des Orient müssen gewußt haben, wovon Seneca (Natur. quaest., Kap. 7) spricht: daß Kugeln oder Linsen von Glas oder einem andern durchsichtigen Körper vergrößern; denn unter den von ihnen geschliffenen Edelsteinen (in der Kunst des Glas- und Steinschleifens waren sie ja bekanntlich schon Meister) kommen Kugeln und Linsen, namentlich auch von Bergkrystall vor, die offenbar zu optischen Zwecken und nicht zum Schmuck gedient haben, und unter den von ihnen geschnittenen Steinen finden sich so fein ausge-

führte Arbeiten, daß sie schwerlich mit bloßem Auge gefertigt sein konnten.

Von ihnen kam die Kunst des Glas- und Steinschleifens nach Griechenland und Italien. Brenngläser waren schon früh bekannt. Bei Aristophanes (Wolken 765) weist Strepsiades auf sie hin, als ein treffliches Mittel, aus der Ferne die Buchstaben der Klageschrift wegzuschmelzen. Später werden sie von Plinius mehrfach erwähnt, der an andern Stellen auch von hohlgeschliffenen Smaragden spricht, durch welche man, wie er sagt, besser als mit bloßen Augen sieht. Der kurzsichtige Nero soll durch einen solchen den Gladiatorenkämpfen zugeschaut haben (Hist. natur., XXXVII, 16). Außerdem erwähnt er mehrere en miniature ausgeführte Arbeiten, welche auf die Anwendung vergrößernder Glas- oder Krystallinsen schließen lassen, wie z. B. jene Iliade, die, auf Pergament geschrieben, in einer Nußschale Platz hatte; oder jenes Viergespann aus Elfenbein, welches eine Fliege, und jenes kleine elfenbeinerne Schiffchen, das eine Biene mit ihren Flügeln bedecken konnte (Histor. natur., VII, 21). Auch das Siegel Michel Angelo's, welches aus dem Alterthum stammen soll, enthält auf einem Raum von etwa 6 Linien 15 Figuren, die man nicht alle mit bloßem Auge erkennt (Arago, XI, 142).

Daß diese Kenntnisse damals noch nicht besser verwerthet wurden, daß man sich noch gar nicht bewußt war, was man mit ihnen schon hatte, steht durchaus im Einklang mit dem damaligen Zustande der Gesammtentwickelung. Der Bildungsgang des Individuums „Menschheit" vollzieht sich nach demselben Gesetz wie der des einzelnen Menschen. Man gebe dem Kinde Vergrößerungsgläser in die Hand: es wird noch nichts weiter damit anzufangen wissen als Spielereien. Dienten doch selbst im Anfang des 17. Jahrhunderts, als das Fernrohr zum Bedürfniß geworden und als mit ihm zugleich auch das Mikroskop ins Leben getreten war, die letztern anfänglich nur zur Belustigung (die vitra pulicarium, Floh- oder Mückengläser), bevor man ernsthaft daranging, mit Hülfe derselben einzudringen in den innern Haushalt der Natur, bevor man durch die hier gewonnenen Einblicke allmählich für richtigere

Naturerkenntniß reif wurde. Bis dahin aber hatte sowol die Gesammtentwickelung wie namentlich auch die Optik selbst noch manche Stufe der Ausbildung zu durchlaufen. Bei den Griechen waren nur die ersten Anfänge dieser Wissenschaft (insbesondere durch Euklid und Ptolemäus) geschaffen worden. In dem von Völkerstürmen durchwogten Abendlande lassen sich die Spuren der Fortentwickelung in den nächsten Jahrhunderten nicht verfolgen, wohl aber bei den Arabern, den eigentlichen Mittlern zwischen Alterthum und Neuzeit. Die frühern Schriften des Alfarabi und Alkindi über Optik sind zwar nicht mehr vorhanden, aber die Optik des Alhazen-ben-Alhazen (wahrscheinlich ein Zeitgenosse von Avicenna und Averroës, also um 1100 n. Ch. lebend) lehrt uns, daß die Wissenschaft des Alterthums nicht nur unverloren, daß sie inzwischen auch fortgeschritten war. Alhazen bringt bereits gläserne Kugelsegmente (planconvexe Linsen) als Vergrößerungsgläser in Vorschlag. Doch auch jetzt knüpfen sich noch keine weitern Erfolge an diesen Fortschritt, nicht einmal die Anwendung der Augengläser, obgleich deren Theorie durch Alhazen schon entwickelt war. Dem nunmehr auf neuer Völkergrundlage aufblühenden Abendlande war es vorbehalten, die nächsten Schritte zu thun. Der Pole Vitellio (1276 n. Chr.), der seine Kenntnisse in Italien sammelte, knüpft an Alhazen an. Mit dem großen Roger Baco (1214—92), „von einem Papste beschützt und begünstigt, von zwei andern der Magie beschuldigt und eingekerkert", tritt uns dann die weitere Entwickelung, wenn auch zum Theil nur als vorgreifende Ahnung entgegen. Baco weist in seinem Opus majus nicht nur auf die Anwendung der Vergrößerungsgläser zu Augengläsern hin, sondern ahnt auch schon die Möglichkeit mit Hülfe dieser Gläser Instrumente zu fertigen, durch welche wir die Sonne, den Mond und die Sterne scheinbar herniederziehen könnten". Kommende Ereignisse werfen ihre Schatten voraus. Ein frühes Ahnen meldet fast immer das spätere Erkennen an. Bis zur Verwirklichung dieser Ahnung aber gebrauchte die Entwickelung noch 300 Jahre. Während dieser Zeit schritt sie regelmäßig von Stufe zu Stufe vor, im Einklange mit der Gesammtentwickelung. Schon zu Baco's

Lebzeiten, noch im 13. Jahrhundert, kommen die Brillengläser zur Anwendung, wahrscheinlich zuerst in Italien, damals Pflegerin der Cultur. Der Florentiner Salvino degli Armati, ein Zeitgenosse Dante's, soll sie erfunden und Alexander de Spina sie zunächst verbreitet haben. Hiermit war ein weiterer Schritt vorwärts gethan; an die Stelle bloßer Vergrößerungsgläser waren convex- und concavgeschliffene Gläser getreten, welche, der Verschiedenartigkeit der Augen gemäß, deren Sehkraft erhöhten. Im 14. Jahrhundert wurde das Brillenschleifen allgemeiner Industriezweig, dadurch gelangte die Kunst selbst allmählich zu so hoher Ausbildung, daß, als später die Zusammenstellung der Gläser zu Fernröhren glückte, die Stände Hollands schon dem ersten Erfinder Lippershey den Auftrag geben konnten, „drei solcher Instrumente von cristall de Roche anzufertigen", wie wenn dies gar keine Schwierigkeit dargeboten hätte.

Wie nun der denkende Geist allmählich auf die Erfindung selbst hingeführt wurde, lassen die ihr unmittelbar voraufgehenden Andeutungen erkennen. Die Zeit selbst, das mächtige Zeitalter der Entdeckungen, gab die Anregung. Schon in der Mitte des 16. Jahrhunderts hebt Hieronymus Fracastor, der 1553 starb, in einer 1538 erschienenen Schrift hervor: „Wenn jemand durch zwei Brillengläser sieht, die aufeinandergelegt sind, dann wird er alle Gegenstäude viel größer und näher sehen"; und an einer andern Stelle: „Es werden Brillengläser von so großer Nähe gemacht, daß, wenn jemand dadurch Sonne oder Mond betrachtet, er glauben sollte, diese seien so nahe wie die Thürme"; was wiederum auf die Vervollkommnung hindeutet, welche die Kunst inzwischen erlangt hatte.

Bald darauf taucht dann schon die Idee des spätern holländischen Fernrohrs in der bereits 1558 geschriebenen „Magia naturalis" des Johann Baptista Porta (1543 — 1615) unverkennbar auf, indem schon dieser darauf hindeutet, wie man bei einer passenden Zusammenstellung eines convexen und concaven Glases Nahes und Entferntes größer und deutlicher sehe. „Wenn man es verstünde", sagt er dann weiter, „die Linsen zu vervielfältigen, dann würde man meiner Meinung nach auf hundert Schritt die kleinsten Buchstaben unterscheiden können;

die eine Linse würde der andern die Buchstaben größer übergeben. Der, welcher dieses auf die rechte Weise einzurichten wüßte, würde kein geringes Geheimniß entdeckt haben." Man sieht, Porta steht an der Schwelle der Erfindung, die ihm schon dunkel vorschwebt, die er aber noch nicht auszuführen versteht; man sieht aber auch, wie das Ahnen und Suchen von allen Seiten her auf dieselbe hindrängt, sodaß die wenige Jahrzehnte später erfolgende Verwirklichung als nichts weniger denn zufällig erscheint. Sehen wir doch gewissermaßen die Samenfäden in dem befruchteten Ei verschwinden, und mehr vermögen wir ja bei keinem organischen Entstehen. Die Idee ist da und wird ebendeshalb, wie bei den meisten sogenannten Erfindungen bald darauf fast gleichzeitig durch mehrere Individuen zur That, sie gelingt fast zu derselben Zeit dem Lippershey, Adriaanß und Jansen (und wäre um jene Zeit auch sicher dann gelungen, wenn diese drei gar nicht gelebt hätten); wiederum aber nicht, um hiermit abgeschlossen zu sein, sondern um schon mit Kepler, dem Erfinder des astronomischen Fernrohrs, fortwährender Vollendung entgegenzugehen.

Ihre Geburt fällt nun in eine Zeit, in welcher alle übrigen Verhältnisse nicht nur für dieselbe vorbereitet, sondern ihrer geradezu bedürftig waren, wie sie umgekehrt wiederum zu jener Erfindung Mitanregung gegeben hatten. Ob die Individuen, denen die Erfindung zuerst glückte, den damaligen Verhältnissen Hollands entsprechend, zunächst durch das Interesse der Schiffahrt, des Kriegs u. s. w. auf diese Erfindung hingeführt wurden, kommt nicht in Betracht. Diese Individuen und Völker sind ja nur Glieder der Gesammtheit, arbeiten nur für diese. An andern Orten der Erde warten schon, durch die wunderbaren Himmelserscheinungen jener Zeit angeregt und seit Columbus und Kopernicus zu neuer Weltanschauung befähigt, in Galilei, Simon Marius u. a. andere Glieder der Menschheit auf diese Erfindung, um mit ihrer Hülfe die Thore des Himmels zu erschließen und in jene Regionen vorzudringen, in welche die kühne Phantasie Giordano Bruno's soeben nur vorangeeilt war.

So greift in dem organischen Entwickelungsprocesse der Mensch-

heit alles ineinander. Es schwindet der Zufall, und wir erkennen, daß auch diese Entwickelung denselben unverbrüchlichen Naturgesetzen gehorcht wie alle übrigen; daß sie, hervorgegangen aus der Gesammtheit aller frühern Bestrebungen, nicht die That eines Einzelnen, nicht das Werk ist „eines blinden Ohngefähr."

Daß die andere große Erfindung, die des Mikroskops, obgleich aus denselben Anfängen hervorgegangen und fast gleichzeitig mit jener, ja vielleicht noch früher (1590 durch Jansen) ins Leben getreten, dennoch erst später in ihrer nicht minder hohen Bedeutung erkannt und verwerthet wurde, lag wol darin, daß bei jener durch die kosmischen Erscheinungen die unmittelbare Anregung schon gegeben, daß der ahnende Geist des Menschen durch diese schon längst auf die Erforschung des Makrokosmos hingelenkt war, ja schon vieles von dem errathen hatte, wofür jetzt das Fernrohr die Bestätigung brachte; während das Mikroskop erst durch das, was es dem Blicke erschloß, auf die noch ungeahnte Wunderwelt des unsichtbar Kleinen, des Mikrokosmos hinführte, der, bis dahin noch vollständiges Geheimniß, erst allmählich in seiner ganzen Bedeutung zum Verständniß kommen konnte.

Ausgerüstet mit diesen sich gegenseitig ergänzenden und unterstützenden und in Wechselbeziehung mit den Fortschritten der Mechanik und Optik, der Chemie und Physik immer vollkommener werdenden Waffen dringt seitdem die Menschheit tiefer und tiefer ein in die Geheimnisse der Sternen- und Erdenwelt. Das Mikroskop erschließt dem Auge des Körpers den Bau der Einzelorganismen, die ganze innere Werkstatt der Natur, das Teleskop die Zellen des Allorganismus, den Bau des Universums; dem Auge des Geistes enthüllt sich das Grundgesetz, das in allen Erscheinungen wiederkehrt, und mehr und mehr reift zur Erkenntniß heran — die uralte Ahnung der All-Einheit.

Und es ist das ewig Eine,
Das sich vielfach offenbart;
Klein das Große, groß das Kleine,
Alles nach der eignen Art.

Goethe.

3.

Die Spectralanalyse.

Als der große Begründer der „mechanischen Lehrverfassung vom Ursprunge und von der Einrichtung des Weltgebäudes", als Kant in seiner „Naturgeschichte des Himmels" jene kühnen Theorien aufstellte, welche bestimmt scheinen, vielleicht auf nicht minder lange Zeit hin wie einst der aristotelische Weltbau, die Grundlage der Weltanschauung zu bilden, war gewiß niemand weniger als er im Zweifel darüber, daß hiermit nur die ersten Anfänge der Erkenntniß, nur die Umrisse vom überreichen Bilde der Welt gewonnen seien. Weist er doch selbst darauf hin, daß es nunmehr darauf ankomme, diese Umrisse durch weitere Beobachtungen mehr und mehr auszufüllen, daß sich die Forschung nun auch jener andern Seite zuzuwenden habe, die noch völlig unbekannt war: der physischen Beschaffenheit der Himmelskörper; daß mit einem Worte auf die „Mechanik" die Physik des Himmels folgen müsse und werde. „Die Werkzeuge des Gesichts", sagt er bei Gelegenheit seiner Speculationen über die Beschaffenheit des Saturn, „haben die Kenntnisse der äußersten Gegenden des Weltgebäudes dem Verstande eröffnet. Wenn es nun vornehmlich auf sie ankommt, neue Schritte darin zu thun, so kann man von der Aufmerksamkeit des Jahrhunderts auf alles dasjenige, was die Einsichten der Menschen erweitern kann, wol mit Wahrscheinlichkeit hoffen, daß sie sich vornehmlich auf eine Seite wenden werde, welche ihr die größte Hoffnung zu wichtigen Entdeckungen darbietet." (Kant's Werke, VI, 143.)

Aber wie Vieles und Großes auch nach dieser Richtung hin schon während seines Lebens geschah, vor allem durch die unsterblichen Thaten William Herschel's, des eigentlichen Schöpfers der physischen Astronomie, es bedurfte noch anderer Mittel der Beobachtung, bedurfte neuer Organe der Forschung, wenn die Physik des Himmels sichere Grundlagen gewinnen sollte. Die Werkzeuge des Gesichts hatten zwar in immer wachsender Fülle enthüllt, was im Schos des Himmels verborgen geruht, ihre fortschreitende Vervollkommnung hatte die Beobachtungskunst, hatte mit der Ergründung der Bewegungserscheinungen die Mechanik des Himmels zu hoher Vollendung emporgehoben: die Himmelskörper selbst aber blieben nichts als „gravitirende Materie". Gerade diese „Einfachheit der Vorstelluug hatte die Lösung des großen Problems einer Himmelsmechanik dargeboten, welche alles Veränderliche in der uranalogischen Sphäre der alleinigen Herrschaft der Bewegungsgesetze unterwarf".

Nun aber, in dem halben Jahrhundert seit dem Tode Kant's, wurden neben den Ortsveränderungen jene wunderbar mannichfaltigen Licht- und Farbenwechsel der Fixsterne in immer größerer Menge und Verschiedenheit offenbar, die nun im Verein mit dem, was die Beobachtung inzwischen an Haupt und Gliedern unsers Sonnensystems wahrgenommen hatte, die Forschung unaufhaltsam in jene Bahnen drängten, auf welche Kant hingewiesen hatte; während gleichzeitig die fortschreitende Erkenntniß der Natur des Lichts und seiner Eigenschaften die Mittel finden ließ, welche nun auch nach dieser Richtung hin ein Vordringen möglich machen sollten. Wie einst die irdische Schwere, mit dem Sternenlauf in Verbindung gebracht, das Geheimniß der himmlischen Bewegungen enträthselte (vgl. oben S. 88), so sollten jetzt mit dem, was die Physik der Erde von den Eigenschaften des Lichts enthüllte, die Mittel gewonnen werden, in das Geheimniß der Physik des Himmels einzudringen, der Natur und Beschaffenheit der Himmelskörper auf die Spur zukommen.

Die Entdeckung der Polarisation des Lichts machte den Anfang und führte zu jener Reihe glänzender Eroberungen, welche der

„Kosmos“ (III, 64) rückblickend dahin zusammenfaßt: „Das neue Leben, von dem alle Theile der Optik durchdrungen worden sind, als das von den Fenstern des Palais du Luxembourg zurückstrahlende Licht der untergehenden Sonne den scharfsinnigen Malus (1808) zu seiner wichtigen Entdeckung der Polarisation leitete, hat, durch die tiefer ergründeten Erscheinungen der doppelten Brechung, der gewöhnlichen (Huygens'schen) und der farbigen Polarisation, der Interferenz und der Diffraction, dem Forscher unerwartete Mittel dargeboten, directes und reflectirtes Licht zu unterscheiden, in die Constitution des Sonnenkörpers und seiner leuchtenden Hüllen einzudringen (vgl. oben S. 345), den Druck und den kleinsten Wassergehalt der Luftschichten zu messen, den Meeresboden und seine Klippen mittels einer Turmalinplatte zu erspähen, ja nach Newton's Vorgange die chemische Beschaffenheit (Mischung) mehrerer Substanzen mit ihren optischen Wirkungen zu vergleichen. Es ist hinlänglich, die Namen Airy, Arago, Biot, Brewster, Cauchy, Faraday, Fresnel, John Herschel, Lloyd, Malus, Neumann, Plateau, Seebeck zu nennen, um eine Reihe glänzender Entdeckungen und die glücklichsten Anwendungen des Neuentdeckten dem wissenschaftlichen Leser ins Gedächtniß zu rufen. Die großen und genialen Arbeiten von Thomas Young haben diese wichtigen Bestrebungen mehr als vorbereitet. Arago's Polariskop und die beobachtete Stellung farbiger Diffractionsfransen (Folgen der Interferenz) sind vielfach gebrauchte Hülfsmittel der Erforschung geworden. Die Meteorologie hat auf dem neugebahnten Wege nicht minder gewonnen als die physische Astronomie.“

Daß aber die andere bedeutungsvolle Erkenntnißreihe, die sich während derselben funfzig Jahre unter seinen Augen vollzog, daß die Entdeckung und weitere Erforschung jener andern Eigenschaft des Lichtstrahls, von welcher er unmittelbar vorher (Kosmos, III, 62. 63) spricht, daß die Auffindung der dunkeln Linien im prismatischen Farbenbilde (Spectrum) und die Feststellung ihrer Verschiedenheit nach der Verschiedenheit der Lichtquellen noch zu ganz andern Einblicken in die Beschaffenheit der Himmelskörper führen, daß sie uns das Werkzeug bringen würden, durch welches

nunmehr sichere Grundlagen für die Physik des Himmels gewonnen werden sollten, das scheint selbst der große kosmische Denker kaum geahnt zu haben, wie sehr er auch die hohe Bedeutung dieser Entdeckung betont, „welche künftigen Untersuchungen ein weites und wichtiges Feld eröffnet habe“.

Und doch war die Entwickelung und Ausbildung dieses neuen Organs der Forschung schon während seines Lebens so weit vorgeschritten, daß bereits in dem Jahre nach seinem Tode das Spectroskop seine staunenerregenden Eroberungszüge in die himmlischen Regionen beginnen konnte, daß es, ein Fernrohr anderer Art, uns nun gewissermaßen schon hineinsehen ließ in das, was das Fernrohr uns hatte sehen lassen, uns die Stoffe verrathend, aus denen die Himmelskörper bestehen; daß also hiermit schon aufgehört hatte im vollen Umfange wahr zu sein, was der „Kosmos“ noch 1858 aussprach: „Alle Weltkörper, außer unserm Planeten und den Aërolithen, welche von diesem angezogen werden, sind für unsere Erkenntniß nur homogene, gravitirende Materie, ohne specifische sogenannte elementare Verschiedenheit der Stoffe.“

Mit der großen Entdeckung unserer Tage, mit der Kirchhoff-Bunsen'schen Spectralanalyse, ist nun auch hier der Anfang zu weitern Einblicken gewonnen. Die Himmelskörper haben aufgehört, „für unsere Erkenntniß nur homogene, gravitirende Materie zu sein“.

Wie einst die Sammlung des Lichts in den Sammellinsen der Fernröhre die zahllosen, dem bloßen Auge unsichtbaren Welten unserm Blicke erschloß und die Oberflächen der Sonne und Planeten unserer Betrachtung zugänglich machte, so hat nunmehr die Zerlegung des Lichts durch das Prisma ein Mittel dargeboten, der chemischen Beschaffenheit der Himmelskörper auf die Spur zu kommen; die Spectralanalyse hat uns die Möglichkeit gewährt zu erkennen, welche Stoffe in den Atmosphären der Himmelskörper enthalten sind, und welche nicht.

Wenn auch mit Recht nach denen benannt, die sie ins Leben riefen, so ist doch auch diese große Entdeckung wieder das Product

einer langen Entwickelungsreihe, ist, wie die Erfindung des Fernrohrs, hervorgegangen aus vielen ineinandergreifenden Beobachtungen und Entdeckungen. Optiker, Physiker, Chemiker, Astronomen, alle Wissenschaften haben zusammengewirkt, sie ins Leben zu rufen, bis endlich mit Kirchhoff und Bunsen diejenigen erschienen, denen sie ihre Vollendung verdanken sollte.

Ihre ersten unscheinbaren Anfänge reichen, wie jene des Fernrohrs, bis tief in das Alterthum zurück. Daß die Farben des Regenbogens entstehen, wenn, wie Seneca (Natur. quaes., I, 7) sagt: „das Licht der Sonne durch gläserne eckige Stäbchen hindurchgeht", war (ähnlich wie die vergrößernde Kraft gläserner Kugeln, vgl. S. 367) ohne Zweifel schon früh beobachtet worden; lehrte es doch ein jeder Thautropfen. Grund und Ursache dieser Erscheinung aber blieb bis zur neuesten Zeit heran ein ungelöstes Räthsel. Erst seit Newton wissen wir, daß das Licht der Sonne, „der siebenstrahlige Gott", wie eine altchaldäische Bezeichnung der Sonnengottheit lauten soll, aus einer Summe ungleichfarbiger Elemente besteht, daß es, mittels des Prismas in seine einfachen Bestandtheile zerlegt, die prachtvolle Erscheinung des Sonnenspectrums darbietet: ein helles Band, welches mit der bekannten Reihenfolge der Regenbogenfarben bedeckt ist.

Hätte Goethe geahnt, was alles sich an diese Entdeckung Newton's anreihen würde, zu welchen Eroberungen mit ihr der Grund gelegt war, wie mit prophetischem Blick schon Kant voraussah, als er sie „den Schlüssel zu großen Naturgeheimnissen" nannte, dem Gehege seiner Zähne wäre nicht das Wort entflohen:

Aufgedröselt, bei meiner Ehr'!
Siehst ihn, als ob's ein Stricklein wär',
Siebenfarbig statt weiß, oval statt rund,
Glaube hiebei des Lehrers Mund,
Was sich hier auseinanderreckt,
Das hat alles in Einem gesteckt.

Und doch hat nicht blos dies, haben nicht blos die sieben Farben, noch unendlich mehr hat darin gesteckt! Nicht weniges hiervon ist bereits offenbar geworden.

Wollaston findet 1802 bei Untersuchung des Sonnenspectrums, daß dasselbe nicht, wie es bis dahin schien, aus continuirlich in-einander übergehenden Farben besteht, daß vielmehr die hellen Streifen durch einzelne dunkle, rechtwinkelig gegen die Länge des Spectrums gerichtete Linien unterbrochen sind. Ohne von dieser Entdeckung Kenntniß zu haben, bemerkt der große münchener Optiker nicht nur dieselben dunkeln Linien, sondern entdeckt auch, daß sie immer genau an derselben Stelle des Spectrums erscheinen und daß ihre Zahl eine ungemein große ist. Wie die Milchstraße in einzelne Sterne, so lösten sich vor seinen schärfern Instrumenten die Bänder in immer neue gesonderte Linien auf, in welchen dann wieder bestimmte Gruppen von Linien erkennbar wurden, den Sterngruppen ähnlich, welche die einzelnen Sternbilder so leicht auffinden lassen. Er selbst bestimmte schon gegen 600 solcher Linien, nach ihm die Fraunhofer'schen Linien genannt, und bezeichnete die am deutlichsten hervortretenden mit Buchstaben. Auch entdeckte schon er, daß in den Spectren des Mondes, der Venus und des Mars, die uns wie ebenso viele Spiegel das Licht der Sonne zurückstrahlen, genau dieselben Linien und an derselben Stelle vorkommen, wie im Spectrum der Sonne, daß dagegen in den Spectren der Fixsterne nur einige Linien, namentlich die von ihm mit dem Buchstaben D bezeichnete, mit den Linien des Sonnenspectrums identisch, die übrigen aber bei den verschiedenen Fixsternen verschieden sind: die erste sichere Andeutung der Verschiedenheit jener Sonnen, selbst solcher, die uns in völlig gleichem Lichte zu leuchten scheinen (vgl. Note 129).

Bevor aber diese Linien dort in der Sternenwelt zu weitern Einblicken führen konnten, mußte noch eine lange Reihe irdischer Erfahrungen vorangehen, mußte zunächst der Zusammenhang erkannt sein, in welchem diese Linien mit den Lichtquellen selbst stehen.

Hatte schon Fraunhofer in dem Spectrum der Kerzenflamme gewisse helle Linien gefunden, so entdeckte nun (1822) Brewster, daß die Sprectren verschieden gefärbter Flammen wiederum neue charakteristische Linien zeigen; und fünf Jahre später erklärt schon J. Herschel, der sich viel mit ähnlichen Untersuchungen

beschäftigt und besonders die eigenthümlichen Spectren von Flammen analysirt hatte, in denen Chlornatrium und andere Salze verbrannten, „daß jene Substanzen ganz bestimmte Linien durch ihre Gegenwart in der Flamme hervorrufen, und daß man in der Verschiedenheit der Spectren ein ungemein scharfes Mittel habe, um äußerst geringe Spuren von gewissen Körpern zu entdecken". Aehnlich sprach auch schon damals Talbot aus: wenn seine Beobachtungen richtig seien, so werde ein Blick in das Spectrum genügen, um Substanzen zu entdecken, die anders nur durch mühsame chemische Analysen ermittelt werden könnten.

So sehen wir hier sich wiederholen, was der Erfindung des Fernrohrs voranging, sehen einen Talbot und Herschel wie damals einen Frakastor und Porta die künftige Entdeckung ahnen; ja Herschel weist in seiner Astronomie schon ganz bestimmt auf ihre Anwendung für die Himmelskörper hin. „Die dunkeln Linien im Sonnenspectrum", sagt er, „die von denjenigen ganz verschieden sind, welche dem Lichte irgendeiner bekannten irdischen Flamme eigen sind, können uns später zu einer klaren Einsicht in den Ursprung dieses Lichts führen." Wenn er dann auch kurz zuvor noch bemerkte: „die Chemie läßt uns hier im Stich", jetzt wissen wir, daß sie dies nicht gethan, nur mußte noch immer vieles gefunden werden, bevor jene Ahnungen in Erfüllung gehen konnten.

Daß die dunkeln Linien durch fehlende Lichtstrahlen entstanden, war bald klar, nicht aber, ob die Ursache hiervon in der Lichtquelle selbst oder in unserer Atmosphäre läge. Fast schien das letztere der Fall zu sein, denn Brewster bemerkte 1832 gewisse Linien erst, oder wenigstens mit viel größerer Schärfe, hervortreten, wenn die Sonne tief am Horizont steht und ihre Strahlen einen längern Weg durch die Luftschichten durchlaufen müssen. Allein die abweichenden Spectren verschiedener Flammen, die Entdeckung Wheatstone's (1835), welche durch Masson's Untersuchungen bestätigt und durch Ångström weiter verfolgt wurde: daß der elektrische Funke andere Linien zeige, wenn er von Quecksilber, andere,

wenn er von Zink, Zinn, Kadmium und andern Metallen abspringt, welche Linien demnach in der Art der Lichtquellen ihre Ursachen haben mußten; ferner der Umstand, daß nur einzelne Linien durch die Atmosphäre sich beeinflußt zeigten *): alles dies zwang, neben den allerdings vorhandenen Absorptionslinien noch ursprüngliche, den Lichtquellen eigenthümliche Linien zu erkennen. Mit diesen Linien war nun die sichere Grundlage der Spectralanalyse gewonnen. Nachdem dieselbe alsdann durch verschiedene Forscher, wie Foucault, van der Willigen, Swan, Stockes und ganz besonders durch Plücker, weiter fortgebildet, und durch vielfache Experimente der innige Zusammenhang zwischen der chemischen Zusammensetzung der in Flammen oder in elektrischen Funken glühenden, feinvertheilten oder gasförmigen Körpertheilchen mit der Lage der Lichtlinien im Spectrum dieser Lichtquellen nachgewiesen war, wurde sie endlich von Kirchhoff und Bunsen durch ganz neue Versuchsweisen einem glänzenden Abschluß entgegengeführt. Von ihnen wurde nun der Einfluß näher geprüft, welchen die verschiedenartigsten Körper in der Flamme, unter den verschiedensten Verhältnissen, unter geringern sowie unter den höchsten Temperaturen u. s. w., auf das Spectrum ausübten, und die Ergebnisse waren ganz wunderbare und überraschend fruchtbare Thatsachen. Die Spectralanalyse bewährte sich als ein optochemisches Werkzeug von so unendlich feiner Empfindlichkeit, daß z. B. von Natron der fünfmalhunderttausendste Theil eines Pfundes in weitere drei Millionen Theile getheilt, noch deutlich die charakteristische Natronlinie erkennen ließ. Ja, das Spectroskop zeigt an, daß bei dem vom Atlantischen Meere her wehenden Westwind sich mehr Natron in der Luft befindet als bei Nordost, der aus den weiten Länderstrecken Rußlands zu uns kommt.

*) Recht auffällig zeigte sich dies neuerdings (1864) bei einer von Glaisher bis in 28000 Fuß Höhe unternommenen Luftfahrt, in welcher die im Sonnenspectrum durch unsere Atmosphäre veranlaßten dunkeln Linien vollständig verschwanden (Zeitschrift für Erdkunde, XVIII, 238).

Selbst unbekannte, ungeahnte Elemente hat es bereits verrathen. Körper, die man früher für sehr selten in der Natur vorkommend angesehen hatte, wurden jetzt als überall verbreitet, fast in allen Gesteinen und Wässern, wenn auch in sehr geringer Menge enthalten, erkannt; daneben aber zeigten sich zuweilen helle Linien im Spectrum, welche von den Linien aller übrigen bekannten Stoffe abwichen, so z. B. im Spectrum des Lepidoliths eine prachtvolle rothe, und in dem der dürkheimer Sole eine unbekannte blaue Linie. Wie nun einst Bessel aus den Störungen des Uranus auf das Dasein eines unbekannten Planeten schloß, und Leverrier ihn errechnete, so erklärten jetzt Kirchhoff und Bunsen mit Bestimmtheit, „in dem Lepidolith und in der dürkheimer Sole müssen ein paar neue Elemente stecken, von denen die Chemiker noch keine Ahnung haben". Ja, es gelang ihnen auch sofort, selbst der Galle dieser Entdeckung zu werden und durch die chemische Analyse an das Tageslicht zu ziehen, was die Spectralanalyse verrathen hatte: zwei neue, bisher unbekannte Elemente, nach der Farbe ihrer charakteristischen Linie Rubidium und Cäsium genannt. Seitdem sind von andern noch zwei andere neue Elemente, das Thallium und Indium, durch die Spectralanalyse entdeckt worden; ja dieselbe hat bei vielen unserer sogenannten Elemente schon zweifelhaft erscheinen lassen, ob sie wirklich Elemente, ob nicht auch sie wieder zusammengesetzte Körper sind.

So hatten denn niegeahnte irdische Stoffe, in der Flamme verbrennend, von ihrem Dasein Kunde gegeben; es hatte genügt, die Flamme zu sehen, in der sie verbrannten. In welcher Entfernung, war gleichgültig; das Licht selbst brachte Auskunft über die chemische Zusammensetzung dessen, was ihm Nahrung gab.

Damit war nunmehr das Mittel geboten, die unerreichbaren Lichter des Himmels gleicher Analyse zu unterwerfen, war nun in Erfüllung gegangen, was Herschel ahnte; der chemischen Forschung war ein bis dahin völlig verschlossenes Gebiet, war der Himmel selbst eröffnet worden; das Werkzeug war gefunden, mit welchem jetzt, nachdem die Mechanik des Himmels ihre Hauptaufgabe erfüllt hatte, nun ein weiterer Schritt gethan, die Physik

des Himmels möglich werden sollte; eine Bestätigung dessen, worauf wir überall (vgl. S. 160 u. 363) hingedeutet haben: daß eine jede Zeit sich die Instrumente schafft, welche der nächste Fortschritt der Erkenntniß erheischt, diese aber auch mit Nothwendigkeit. Oder wollte man nun auch wiederum diese große Erfindung, wie jene des Fernrohrs, lediglich dem Zufall zuschreiben, weil ohne Zweifel derselbe Grund, den dort (vgl. S. 364) Huygens anführt, auch auf sie Anwendung findet? Wollte man auch sie wieder zufällig gerade zu der Zeit eintreten lassen, wo man ihrer bedurfte? Doch hier liegen ja die Fäden der Entwickelung noch klarer vor Augen und bestätigen die Richtigkeit dessen, was Arago (vgl. oben S. 302) von der Erfindung des Fernrohrs sagt. Wenn er dann noch hinzufügt, „daß ohne das Fernrohr die neuere Astronomie kaum merklich von der alten verschieden sein würde", so dürfen wir vielleicht mit um so größerm Rechte heute sagen, daß mit der Entdeckung der Spectralanalyse und mit der gleichzeitigen Ausbildung der Photometrie wiederum eine neue Periode der Astronomie begonnen hat, und das nicht etwa, wie man ohne alle Ahnung von dem streng gesetzmäßigen Gange aller Entwickelung wirklich schon ausgesprochen hat, „weil zufällig wieder einmal eine andere Richtung Mode geworden sei", sondern, weil dieses auf die Erforschung der physischen Beschaffenheit der Himmelskörper gerichtete Streben das Product der Gesammtentwickelung, weil die Physik des Himmels die nächste Stufe ist, in welche die Astronomie eintreten muß, um ihrer letzten Aufgabe näher zu kommen, und weil endlich die Fortschritte auf allen Gebieten der Wissenschaft nunmehr auch hier die Möglichkeit weiterer Einblicke herbeigeführt haben.

So sehen wir denn nun auch sofort die Forscher mit dem neugeschaffenen Werkzeug an die Ergründung der physischen Beschaffenheit der Himmelskörper gehen.

Schon Fraunhofer hatte gefunden, daß das Spectrum der Kerzenflamme vom Spectrum der Sonne in der Art verschieden ist, daß die dunkeln Linien in demselben fehlen; schon er hatte bemerkt, daß im Spectrum unserer Gasflammen an Stelle der Linie D, die

bei starker Vergrößerung als aus zwei dunkeln Linien bestehend erkannt wird, ein heller gelber Streifen erscheint, welcher ebenfalls wieder aus zwei feinen hellen Linien besteht, die in Stärke und Entfernung jenen beiden dunkeln Linien im Sonnenspectrum entsprechen.

Die weitern Beobachtungen der verschiedenen Spectren durch Kirchhoff ergaben dann, daß die dunkeln Linien eine allgemeine Eigenschaft der Spectren aller glühenden, festen oder flüssigen Körper sind, wogegen die glühenden Gase Spectren zeigen, die aus gesonderten hellen Linien auf mehr oder weniger dunkelm Grunde bestehen. Geht das Licht glühender, fester oder flüssiger Körper durch glühende Gase (gasförmige Atmosphären), so wird das Spectrum derselben umgekehrt, d. h. die hellen Linien desselben verwandeln sich in dunkle, die genau an derselben Stelle stehen, da jedes glühende Gas gerade die Lichtarten verschluckt, die es selbst aussendet.

Auf Grund dieser durch sorgfältige Experimente gewonnenen Erfahrungssätze ist nun Kirchhoff zu folgenden Schlüssen über die Beschaffenheit der Sonne aus den Erscheinungen ihres Spectrums gelangt: „Aus einem festen oder flüssigen glühenden Körper allein kann sie nicht bestehen, sonst müßten die dunkeln Linien in ihrem Spectrum fehlen. Von einem glühenden Gase allein kann ihr Licht auch nicht herrühren, sonst müßte ihr Spectrum helle Linien auf dunkelm Grunde zeigen. Die Sonne muß ein fester oder flüssiger glühender Körper sein, der von einer gasförmigen Atmosphäre eingehüllt ist; dann nur sind die dunkeln Linien ihres Spectrums erklärlich."

Aber nicht allein zu diesem allgemeinen Schlusse über die Beschaffenheit der Sonne berechtigt das Sonnenspectrum, es lehrt auch die chemischen Bestandtheile der Sonnenatmosphäre kennen; denn gerade so sicher, wie man aus den hellen Linien, welche dieses zeigen müßte, die chemischen Bestandtheile der Sonnenatmosphäre ermitteln könnte, gerade so sicher kann man das aus der Umkehrung desselben. Merkwürdigerweise ist nun gerade der Stoff, welcher auf der Erde überall vorkommt, das Silicium, wenigstens mit den gegenwärtigen Hülfsmitteln noch nicht aufgefunden; dagegen sind

Eisen, Natrium, Calcium, Magnesium in der Atmosphäre der Sonne enthalten; denn die hellen Linien dieser Elemente fallen mit dunkeln Linien des Sonnenspectrums zusammen; Gold, Silber, Quecksilber, Blei sind dort nicht vorhanden, wenigstens nicht in genügender Menge, um wahrnehmbar zu sein, denn an den Orten ihrer hellen Linien sind keine dunkeln im Sonnenspectrum sichtbar. Nickel und Kobalt, die charakterischen Bestandtheile der Meteore (vgl. Anhang 4) scheinen in der Sonnenatmosphäre sich wiederzufinden. So ist der Schlüssel zu der Hieroglyphenschrift gefunden, in der im Spectrum der Sonne die chemischen Bestandtheile ihrer Atmosphäre verzeichnet sind.

Ja auch die Fixsternwelt hat dieser Schlüssel bereits aufzuschließen begonnen. Die dunkeln Linien ihrer Spectren beweisen, daß sie der Sonne ähnlich, daß auch sie glühende mit gasförmigen Atmosphären umgebene Körper sind. Trotz der geringen Lichtmenge, welche sie uns zusenden, ist es in neuester Zeit Donati und Secchi (Astron. Nachrichten, S. 1504) und in noch größerm Umfange durch Anwendung zweckmäßiger Apparate den beiden englischen Gelehrten Miller und Huggins gelungen, die Spectren einer großen Zahl von Fixsternen mit Genauigkeit kennen zu lernen, die dunkeln Linien derselben zu messen und mit den hellen Linien chemischer Elemente zu vergleichen. Diese Vergleichung hat zu Schlüssen über die chemischen Bestandtheile der Fixstern-Atmosphären geführt. Gewisse Substanzen, die auf der Erde sehr verbreitet und auch in der Sonne deutlich bemerkbar sind, finden sich in vielen der untersuchten Fixsterne vor; so Eisen, Calcium, Natrium, Magnesium, Magnesium, Wasserstoff. Aber auch Verschiedenheiten in der chemischen Beschaffenhet bieten die Sterne dar. So scheint in dem hellsten Sterne im Sternbilde des Orion Wasserstoff nicht vorhanden zu sein, eine Substanz, die als Bestandtheil des Wassers auf der Erde eine so wichtige Rolle spielt und die im Sonnenspectrum zwei der auffallendsten Linien hervorbringt, nämlich die von Fraunhofer mit C und F bezeichneten. Dafür sind in einzelnen Sternen auch wieder Stoffe zu erkennen, die auf der Erde nur sparsam vorkommen und in der Sonne gar nicht bemerkbar sind. Im Aldebaran,

einem hellen Sterne im Sternbilde des Stiers, haben Miller und Huggins Quecksilber, Antimon und Tellur erkannt, die alle in der Sonne nicht sichtbar sind (vgl. Kirchhof in Westermann's Monatsschrift, März 1865).

Von der größten Tragweite aber ist das Resultat, zu welchem die **Untersuchung der Nebelflecke** geführt hat. Denn auch an diese, dem bloßen Auge gar nicht sichtbaren, schwachleuchtenden Gebilde hat sich die Spectralanalyse schon gewagt, um endlich die große Frage zur Entscheidung zu bringen, ob es „ungeballten Weltstoff" gibt, oder ob, wie Lord Rosse's Teleskop uns schon glauben ließ, alle Nebelflecke nur Sternhaufen sind; sodaß, wie noch der „Kosmos" annahm, „unter Anwendung von Fernröhren wachsender Stärke jedes nachfolgende auflösen werde, was das vorhergehende unaufgelöst gelassen hat".

Auch dies hat nun die Spectralanalyse als Irrthum erkennen lassen, hat Nebulosen aufgefunden, die wirklich **gasartiger** Natur zu sein scheinen. „Die Spectren dieser Nebelflecke sind nicht denen der Fixsterne oder dem der Sonne ähnlich; sie zeigen nicht dunkle Linien auf hellem Grunde, sondern umgekehrt helle Linien auf dunkelm Grunde. Diese Nebelflecke müssen daher **glühende Gasmassen** ohne Kern sein; Stickstoff und Wasserstoff scheinen zwei Hauptbestandtheile von ihnen auszumachen" (vgl. Note 178); ja es scheint beinahe, als wäre dort noch ein einfacherer Stoff als Stickstoff vorhanden, oder als sollten uns jene fernen Nebel dazu verhelfen, die Bestandtheile des Stickstoffs kennen zu lernen, dessen elementare Eigenschaft schon durch manche irdische Erfahrung verdächtig geworden war.

Hat nun jetzt schon die Spectralanalyse so unerwartete Erfolge erreichen lassen, so wird die weitere Ausbildung derselben es möglich machen, nicht nur immer tiefere Einblicke zu thun in die chemische Beschaffenheit der unendlich mannichfaltigen Gebilde der Fixsternwelt, sondern vielleicht auch in Verbindung mit den Fortschritten der Optik die Erfindung von Werkzeugen herbeiführen helfen, welche, von den mit gleicher Nothwendigkeit ins Leben tretenden Fortschritten der Photometrie unterstützt, die feinsten Stoffverschiedenheiten

jener Welten erkennen und messen lassen: die Instrumente der Zukunft, auf welche wir oben hingedeutet haben. Dann erst wird sich vor der Nachwelt die wunderbare Mannichfaltigkeit jener Welten, die das Universum bevölkern, immer vollständiger enthüllen, und es wird klar werden, in welchem Zusammenhange dies alles mit den Licht- und Farbenerscheinungen der Gestirne steht. Welche Umwandlung der Weltanschauung wird sich dann hiermit wiederum vollziehen?

Schon das wenige für jetzt Erkannte — wie wunderbar hat es nicht bereits unsere ganze Auffassung von der Fixsternwelt berichtigt und umgestaltet! Hatte das Fernrohr den alten Fixsternhimmel zerstört, der sich so traulich um die ruhende Erde zu wölben schien, hatte es den Blick hinausgetragen in immer weitere Fernen, fühlte sich der Sohn der Erde überwältigt von der Unendlichkeit, die sich hiermit vor ihm erschloß, die große Entdeckung der Spectralanalyse hat uns die Himmelskörper wieder näher gerückt, hat uns bestätigt, wovon uns die Meteore, diese Ankömmlinge aus dem Himmelsraum (vgl. Anhang 4), die erste Kunde brachten: daß sich selbst in jenen Fernen noch Stoffe wiederfinden, denen gleich, aus welchen unsere Erdenwelt sich auferbaut — in den Meteoren auch Andeutungen organischen Lebens und Phosphor, „ohne den ja kein Denken zu Stande kommt" —, während andererseits manche Linien in den Spectren der Fixsterne und Nebelflecke bereits darauf hindeuten, daß dort auch Stoffe vorkommen, die uns noch völlig unbekannt sind.

Was würde der Weise von Stagira, was der göttliche Plato sagen, wenn sie sähen, wie heute jene „überirdischen Wesen", ihrer himmlischen Majestät entkleidet, der chemischen Analyse unterworfen werden; wie die Spectralanalyse uns nun wirklich erkennen läßt, daß sie „eines Geschlechts" sind mit unserer Erde. Wie völlig anders würde sich auf Grund dieser Erkenntniß ihre ganze Speculation gestaltet haben; wie würden sie heute nicht zugeben, daß dieselben Gesetze, die wir hier wirksam sehen, auch dort ihre Geltung haben, daß ein Gesetz die ganze Natur beherrscht, nicht blos „die Welt unter dem Monde".

So sehen wir denn in immer größerm Umfange sich erfüllen, sehen die Forschung der Erkenntniß dessen immer näher kommen, was schon Hipparch geahnt: „Idem Hipparchus, nunquam satis laudatus, ut quo nemo magis approbaverit cognationem cum homine siderum, animasque nostras partem esse caeli";

Τοῦ γὰρ καὶ γένος εἰμέν.
Denn seines Geschlechts sind auch wir.
(Aratos' Sternerscheinungen, V. 5.)

4.

Die Meteore.

Die Geschichte der Wissenschaften ist die Geschichte der menschlichen Irrthümer. Wenn irgendwo, so tritt uns die Wahrheit dieses Worts in der Geschichte dessen entgegen, was die Wissenschaft der vergangenen Jahrtausende von den „Meteoren“ (Sternschnuppen, Feuerkugeln, Meteorsteinen) geglaubt und geträumt hat. Und wie wenig ist selbst heute noch von diesen Erscheinungen mit Sicherheit erkannt! Erst seit einem halben Jahrhundert ist in der Wissenschaft die Erkenntniß durchgedrungen, daß sie dem Himmel entstammen, daß die Meteore kosmischer Natur, nicht erdgeborene Geschöpfe sind; erst seit einigen Jahrzehnten ist der Zusammenhang der Feuerkugeln mit den Meteoriten (den auf die Erde niederfallenden Stein- und Eisenmassen) außer Zweifel gestellt und andererseits zugleich die nahe Verwandtschaft der Feuerkugeln und Sternschnuppen mehr als wahrscheinlich geworden. „Bei aufmerksamer Zergliederung von dem“, so lautet das Urtheil A. von Humboldt's (Kosmos, I, 121), „was in den Epochen, wo Sternschnuppenschwärme periodisch fielen (in Cumana 1799, in Nordamerika 1833 und 1834), beobachtet wurde, bleibt es nicht erlaubt, die Feuerkugeln von den Sternschnuppen zu trennen. Beide Phänomene sind oft nicht blos gleichzeitig und gemischt, sie gehen auch ineinander über: man möge die

Größe der Scheiben, oder das Funkensprühen, oder die Geschwindigkeiten der Bewegung miteinander vergleichen.“ Die bewährtesten Beobachter dieser Erscheinungen, Benzenberg (Sternschnuppen), J. F. Jul. Schmidt (zehnjährige Beobachtungen) und Eduard Heis (periodische Sternschnuppen), sind zu gleichem Resultat gelangt. „Bei einigen Sternschnuppen“, sagt der letztere, „zeigt sich eine kugelige Gestalt; diese sind alsdann den sogenannten Feuerkugeln so ähnlich, daß man keinen eigentlichen Unterschied zwischen großen Sternschnuppen und kleinen Feuerkugeln angeben kann.“ Nimmt man dazu, daß während der periodischen Sternschnuppenfälle nicht nur Feuerkugeln und Sternschnuppen in buntem Gemenge, sondern gleichzeitig mit ihnen auch Meteorsteinfälle beobachtet worden sind, so tritt der Zusammenhang aller dieser Erscheinungen immer klarer hervor; wenn auch vielleicht diese nach Größe, Glanz und Farbe die größte Mannichfaltigkeit darbietenden Sternerscheinungen, wiederum Verschiedenartiges, von uns noch unerkannt, umfassen mögen.

„Was aber die formbildende Kraft, was der physische und chemische Proceß in diesen Erscheinungen ist; ob die Theilchen, welche die dichte Masse des Meteorsteins bilden, ursprünglich dunstförmig voneinander entfernt liegen, und sich erst dann, wenn sie für uns zu leuchten beginnen, innerhalb der flammenden Feuerkugeln zusammenziehen; was in der schwarzen Wolke vorgeht, in der es minutenlang donnert, ehe die Steine herabstürzen; ob auch aus den kleinen Sternschnuppen wirklich etwas Compactes oder nur ein höherauchartiger, eisen- und nickelhaltiger Meteorstaub niederfällt, das alles ist bisjetzt in großes Dunkel gehüllt. Wir kennen das räumlich Gemessene, die ungeheuere, wundersame, ganz planetarische Geschwindigkeit der Sternschnuppen, der Feuerkugeln und der Meteorsteine; wir kennen das Allgemeine und in dieser Allgemeinheit Einförmige der Erscheinung, nicht den genetischen kosmischen Vorgang, die Folge der Umwandlungen.“

Somit findet also noch heute auf unsere Kenntniß von den Meteoren überhaupt Anwendung, was auf dem ersten, dessen Niederfallen man wirklich beobachtet hatte, auf dem berühmten, am

7. Nov. 1492 gefallenen und von Sebastian Brandt besungenen Stein von Ensisheim geschrieben steht: De hoc multi multa, omnes aliquid, nemo satis!

Nur das Eine wenigstens ist jetzt außer allem Zweifel, daß sie der Sternenwelt angehören, daß der Name „Aerolithen" (Luftsteine), der sie zu Erzeugnissen unserer Atmosphäre stempelte, selbst ein Luftgebilde war.

Wie lange aber hat es nicht gedauert, bevor sich die Wissenschaft auch nur zu dieser ersten Erkenntniß erhob. Der Volksglaube freilich hatte von jeher keine Bedenken, Steine vom Himmel fallen zu lassen.

Was kein Verstand der Verständigen sieht,
Das ahnet in Einfalt ein kindlich Gemüth.

Schon uralte Sagen knüpfen an diese Erscheinungen an. Bätylus hieß der Stein, den nach der Mythe Saturn auf Kreta statt seines Sohnes Jupiter verschlang, und die in Gestalt von feurigen Kugeln herabfallenden Steine, die Bätyle, wurden als heilige Sinnbilder in Tempeln verehrt. Mit solchen Donnersteinen reinigten die Priester der Cybele ihre Schüler, ehe sie in ihre Geheimnisse geweiht wurden, wie heute noch die vom Himmel fallenden Steine von allen Naturvölkern göttliche Verehrung erfahren. Auch der Stein, den der Erzvater Jakob auf der Flucht nach Haran zu seinen Häupten legte, worauf er dann von der Himmelsleiter träumte (1 Mos. 28, 11), soll ein Meteorstein gewesen sein. Von dem allen Mohammedanern heiligen Stein in der Kaaba zu Mekka, den der Erzengel Gabriel durchsichtig vom Himmel brachte, der aber durch die Küsse bußfertiger Sünder schwarz wurde, ist die himmlische Abstammung wenigstens gewiß. Burkhardt (Travels in Arabia, London 1829) beschreibt ihn als ein unregelmäßiges Eirund mit welliger Oberfläche, wie durch einen Schlag in ein Dutzend Stücke zersprengt, wieder zusammengekittet und durch ein Silberband zusammengefaßt.

Die Chinesen, in deren Annalen sich auch diese Erscheinungen schon früh (seit 687 v. Chr., also schon vor Thales' Zeit) genau vermerkt finden, scheinen von Anfang an über die Natur derselben

nicht im Zweifel gewesen zu sein; wenigstens bedeutet der Name, denen sie ihnen beilegen: fallende Sterne, die in Steine verwandelt sind.

Aber obgleich nun seitdem alle Jahrhunderte in Ost und West von solchen Steinfällen zu erzählen wissen (vgl. Arago's Werke, XIV, 155 fg. und 646, Note 3), von jenem Steinregen an (654 v. Chr.), dessen Livius I, 30 gedenkt, und von jenem noch berühmtern Steinfall bei Aegos Potamoi, dessen Ueberreste noch zu den Zeiten des Plinius (Hist. nat., II, 59) in der Größe einer Wagenlast von schwarzgebrannter Farbe gezeigt wurden, bis herab zu dem epochemachenden Meteorfall von Aigle im Jahre 1803: erst mit diesem wurde endlich, wie der „Kosmos" sagt, „der endemischen Zweifelsucht der gelehrten Welt ein Ziel gesetzt; jetzt erst wurde erkannt, daß wir es hier in der That mit Außerirdischem, mit Ankömmlingen aus dem Himmelsraum zu thun haben, die in den Bereich unserer Atmosphäre gelangend, in Flammen auflodern und auf der Erde ihr Grab finden.

Wenn es nun aber mehr als zwei Jahrtausende gewährt hat, bevor sich die Menschheit zur Erkenntniß der wahren Natur dieser großen kosmischen Erscheinung zu erheben vermochte, obgleich sich ihr dieselbe doch so unzähligemal dargeboten, ja sogar durch die zur Erde herabfallenden Gesteine ihr die Möglichkeit gegeben hatte, diese Fremdlinge zu untersuchen und mit irdischen zu vergleichen, wenn nichtsdestoweniger erst im Anfang dieses Jahrhunderts das eigentliche Wesen dieser Erscheinung erkannt worden ist, welche Zeit wird wol verfließen müssen, bevor die Lösung jenes andern Räthsels gelingt, das ihr die seltenern Erscheinungen der unnahbaren, meteorartig aufflammenden „neuen" Sterne gestellt haben.

Wird vielleicht die Ahnung der Gegenwart, daß wir in diesen Erscheinungen etwas Aehnliches im Großen sehen wie bei den Meteoren im Kleinen, dereinst in gleicher Weise ihre Bestätigung finden, wie sie heute jene Ahnungen gefunden haben, welche schon die alten ionischen Denker von der Natur der Meteore hatten? Wunderbar ähnlich sind in der That nicht nur beide Arten

von Erscheinungen, sondern auch die ersten Versuche, sie zu erklären. Jener „steinerne Stern", der fast im Geburtsjahre des Sokrates bei Aegos Potamoi niederfiel, hatte die griechischen Denker kaum weniger beschäftigt, wie Tycho's Stern die Astronomen der letzten Jahrhunderte, hatte wie dieser das Nachdenken angeregt.

Schon Diogenes von Apollonia, ein Zeitgenosse des Anaxagoras, noch weniger befangen in den sich damals erst ausbildenden Dogmen der spätern Zeit, kam durch einfache und natürliche Auffassung der Erscheinung zu der Vermuthung: „die Meteore seien Sterne, die sich als «dunkle Steinmassen», uns unsichtbar und deshalb unbenannt mit den sichtbaren Sternen dahinbewegen und zuweilen auf die Erde herabfallen und verlöschen: wie es mit dem steinernen Stern geschah, welcher bei Aegos Potamoi gefallen ist" (Plut. plac., II, 13); während andere Physiker jener Zeit wie Plutarch im Leben des Lysander (Kap. 12) erzählt, die Sternschnuppen in ähnlicher Weise „als den Fall himmlischer Körper erklären, welche durch ein Nachlassen des Schwunges herabgeschleudert werden".

Noch aber waren diese in der Hauptsache, d. h. in der Anerkennung der kosmischen Natur des Phänomens, richtigen Ansichten verfrüht, noch waren sie nicht getragen und unterstützt vom Gesammtwissen der Zeit, noch sollten sie auf mehr als zwei Jahrtausende hin, durch eine Weltanschauung wieder verdrängt werden, in der sie keinen Platz hatten. Waren doch auch bei jenen, welche die Meteore für „himmlische" Körper hielten, diese selbst nur ein Zubehör der Erde. Ja, Anaxagoras sah in allen Sternen „Stücke der Erde", welche durch den Umschwung des feurigen Aethers von der Erde abgerissen und in Brand gerathen seien (Plut. plac., II, 13).

Wie hätte nun ein Aristoteles, durch welchen diese „tellurische", bis in die neuere Zeit herein die Grundlage alles Denkens bildende Weltanschauung ihre festen Umrisse erhielt, auf die Idee kommen können, die vergänglichen, ein „Entstehen und Vergehen" zeigenden Erscheinungen der Meteore den bei ihm zu göttlichen, ewigen Wesen

gewordenen, einer höhern Region angehörigen Gestirnen einzureihen? Sie konnte er nur der „sublunarischen Welt“ zutheilen; kein Zweifel: sie mußten tellurischen Ursprungs sein. Das Dogma machte sie zu Meteoren, zu „Lufterscheinungen“, die aus „feurigen Dünsten“ bestehen, ja Aristoteles stand selbst nicht an, die ungeheuere Masse von Aegos Potamoi durch Sturmwinde in die Höhe gehoben und fortgetragen zu denken.

Und dieses in der tellurischen Weltanschauung wurzelnde Dogma vom atmosphärischen oder doch überhaupt irdischen Ursprung der Meteore, welches der Erscheinung den Namen verschaffte, bis zum gegenwärtigen Jahrhundert heran hat es alle Vorstellungen beherrscht. Während alle übrigen Himmelskörper schon längst aufgehört hatten zu sein, was sie nach der Meinung des Alterthums waren, ein Zubehör der Erde, während die festgeglaubten Fixsterne, losgelöst von der geträumten Himmelssphäre, schon freischwebend ihre Bahnen wandelten und die Sonne von der Erde umkreist, schon eingereiht war dem allgemeinen Sternenreigen, während so alle Himmelskörper sich bereits in ihrer Selbständigkeit und zugleich in ihrer Harmonie dem Auge der Jahrtausende enthüllt hatten, blieben wunderbarerweise gerade diese Kleinsten der Kleinen, die Meteore, in den Vorstellungen der Menschen an die Erde gefesselt. Und doch hätten gerade sie die ersten sein sollen, welche dem sinnenden Geist des Menschen die Ueberzeugung aufdrängten, daß auch dort droben in der Sternenwelt Bewegung, Leben herrscht. Denn mit ihnen „tritt plötzlich Bewegung auf mitten in dem Schauplatz nächtlicher Ruhe. Es belebt und es regt sich auf Augenblicke in dem stillen Glanze des Firmaments. Wo mit mildem Licht die Spur des fallenden Sterns aufglimmt, versinnlicht sie am Himmel das Bild einer meilenlangen Bahn.“

Wenn durch düstere Nacht auch funkelnde Sterne hinschießen.
Häufigen Flugs, und hinten ein schimmernder Schweif lang nachzieht.
(Aratos' Wetterzeichen, V. 194.)

Gleichwie ein Stern, den gesendet der Sohn des verborgenen Kronos
Schiffenden, oder dem Heer gewaffneter Völker zum Zeichen,

Strahlend brennt und im Flug unzählige Funken umhersprüht,
Also senkt hineilend zur Erde sich Pallas Athenä.

(Ilias, IV, 75.)

Aber nur in den Träumen der Dichter waren sie Sterne, und statt durch ihre lebenkündenden Erscheinungen das Dogma von der ewigen Ruhe uud Unveränderlichkeit der Sternenwelt zu zerstören, wurden sie durch eben dieses Dogma aus dem Himmel verbannt, wurden sie von der „Wissenschaft" der sublunarischen Welt zugetheilt, und — so fest wurzeln alte Vorurtheile — blieben es selbst dann noch, als jenes Dogma mit dem Ende des Mittelalters dahinsank. Lebten nun auch seit dem 17. Jahrhundert die Ahnungen der alten ionischen Denker von neuem auf, dachte man auch wol schon wiederum an die Möglichkeit, daß die Meteore außerirdischer Abkunft seien, vielleicht vom Monde stammten, wie 1660 der italienische Physiker Terzago annahm, noch die Wissenschaft des letzten Jahrhunderts, die doch so viel dazu beigetragen hat, die alte „tellurische" Weltanschauung vollständig zu beseitigen und die neue „kosmische" immer umfassender zu begründen: in Betreff der Meteore konnte sie bis zum Anfang des gegenwärtigen Jahrhunderts heran über den alten aristotelischen Standpunkt nicht hinauskommen. Die Meteore sollten durchaus Erzeugnisse unserer Atmosphäre sein; bald, wie die einen wollten, durch Entzündung „öliger, schleimiger Dünste" entstanden, bald, wie die andern meinten, „entzündetes Wasserstoffgas", bald, wie die Mehrzahl der Physiker mit Beccaria und Vasalli (1787) annahm, elektrische Erscheinungen tellurischen Ursprungs. An ihre kosmische Natur zu glauben, wurde in ähnlicher Weise für Thorheit und Aberglauben erklärt, wie noch in neuester Zeit die Idee Tycho's, „Welten entstehen und untergehen zu lassen, wie die vergänglichen Geschöpfe unserer Erde", als ein abenteuerlicher Gedanke bezeichnet worden ist. Noch 1790 hatte der mit so vielen Preisen gekrönte Physiker Bertholon, als die Municipalität von Juliac über den großen Steinfall im Departement des Landes Urkunden nach Paris einsandte, nicht blos die Naturforscher, sondern das ganze vernünftige Menschengeschlecht bedauert, welches ein solches Volksgeschrei glaube,

die Thatsache sei falsch und die Erscheinung physikalisch unmöglich". Was man nicht verstand und nicht zu erklären vermochte, durfte nicht existiren, war physiquement impossible!

Nicht besser stand es damals in Deutschland. Noch 1777 machte sich von Born, wie Süßmann erzählt, nicht wenig lustig darüber, daß er im Hofnaturaliencabinet in Wien ein Fach mit der Aufschrift gefunden: „Steine, die vom Himmel gefallen, worunter auch eine 72 Pfund schwere Masse gegossenen Eisens, welche derjenigen, die von Pallas in Sibirien viel später entdeckt worden, an die Seite zu setzen ist." Es war das berühmte, 1751 gefallene Meteoreisen von Agram, welches noch jetzt die Hauptzierde der reichen wiener Meteoritensammlung bildet. „Aber daß dieses Eisen vom Himmel gefallen sein soll", meinte noch 1790 der gelehrte Mineralog Stütz, „das mögen der Naturgeschichte Unkundige glauben, mögen wol im Jahre 1751 selbst Deutschlands aufgeklärtere (!) Köpfe bei der damals unter uns herrschenden Ungewißheit in der Naturgeschichte und der praktischen Physik geglaubt haben; doch in unsern Zeiten wäre es unverzeihlich, solche Märchen auch nur wahrscheinlich zu finden." So sicher also waren damals, im Jahrhundert der Aufklärung, die „praktischen Physiker" ihrer Sache.

Die Astronomen dachten anders, zum Theil wenigstens. Was uns heute mit dem Kosmos nicht mehr zweifelhaft ist: „daß die brennenden Asteroiden an das Dasein eines überall stofferfüllten Weltraums erinnern", das war schon vor mehr als anderthalb Jahrhunderten die Ueberzeugung Halley's, schon er meinte, daß die Meteore aus Materie entstehen, welche im Weltraum zerstreut sei, und irgendwo in die Anziehungssphäre unserer Erde komme.

Auch Wallis, Hartsöker und Pringle hielten sie theils für kometenartige, theils für kleine dichte Körper, die um die Sonne laufen; hatten also die kosmische Natur derselben schon erkannt. Aber ein tausendjähriger Irrthum ist nun einmal stärker als eine neue Wahrheit. Noch 1792 lehrte wieder Lalande in seiner berühmten Astronomie (II, 555): „Die Atmosphäre ist beständig mit Ausdünstungen, mit Dämpfen, mit wässerigen Dünsten oder elektri-

schen Feuern beladen; daraus entstehen eine Menge von Meteoren und besonders feurige Erscheinungen, die man manchmal für fallende Sterne (Sternschnuppen) hält, die aber nur leichte Ausdünstungen sind, deren Licht nur einen Augenblick anhält; sind sie nahe bei uns, so bilden sie Feuerkugeln, welche Staunen erregen." Ja, selbst ein Denker wie Lichtenberg hielt damals an der herrschenden Meinung noch insoweit fest, daß er diese Phänomene den elektrischen anreihte, wenn er auch schon (1792) zu Chladni äußerte: „Manche dieser Meteore dürften doch wol über die Grenzen der Atmosphäre hinausreichen." Das war der Funke, der in Chladni's Kopf zündete *), war der Anlaß zu jenen Untersuchungen, die endlich über die wahre Natur dieser Erscheinungen Licht bringen sollten. Schon im Jahre 1794 erschien jene berühmte Abhandlung Chladni's: „Ueber den Ursprung der von Pallas gefundenen und anderer ihr ähnlichen Eisenmassen", in welcher nun ein Physiker den Physikern bewies, daß der Volksglaube das Richtige getroffen habe, daß wirklich öfters „Steine und Eisen vom Himmel fallen", daß die Meteore kosmischen Ursprungs seien; eine Schrift, die in der gelehrten Welt ein solches Aufsehen erregte, daß z. B. Lichtenberg gestand, „ihm sei beim Lesen derselben zu Muthe gewesen, als hätte ihn selbst ein solcher Stein am Kopfe getroffen". **)

Damit war das Eis gebrochen. Kurz darauf bestätigte der große Steinfall von Siena, südlich von Florenz, von dem fast eine ganze Provinz Augenzeuge war, die Erkenntniß Chladni's. Mochte

*) Der „Kosmos" (I, 398, Note 35) stellt dies umgekehrt dar, indem er hervorhebt, daß Chladni's Schrift zwei Jahre früher, bevor Lichtenberg eine solche Behauptung aufgestellt habe, erschienen sei. Chladni selbst indeß erzählt, daß er gerade durch eine derartige Aeußerung Lichtenberg's auf die Idee vom kosmischen Ursprung der Meteore geleitet worden sei. (Vgl. Gehler's Physik. Wörterbuch, VI, 3, 2144.)

**) Wir haben diese von Quenstedt („Sonst und Jetzt", S. 264) angeführten Worte Lichtenberg's nicht auffinden können. Sollte vielleicht eine Verwechselung mit den ähnlichen Scherzworten Lichtenberg's im Briefe an Benzenberg vorliegen? (Vgl. unten S. 397.)

nun auch Hamilton diese Meteore wieder für Auswürflinge des 50 Meilen entfernten Vesuvs zu erklären versuchen, ein im nächsten Jahre in Yorkshire niederfallender Block von 56 Pfund, der doch nicht füglich von dem 170 Meilen entfernten Hekla ausgespien sein konnte, belehrte eines Bessern. Auch die schon im 17. Jahrhundert aufgestellte und nun von neuem in lebhafte Erörterung gezogene Hypothese, daß die Meteore wenn nicht Erd-, so doch vielleicht Mondvulkanen entstammen möchten, mußte bald als unhaltbar aufgegeben werden, wie große Mühe auch länger als ein Jahrzehnt die Koryphäen der Wissenschaft, ein Olbers, Laplace, Poisson u. a., auf die Lösung dieses „ballistischen Problems" verwendet hatten, wie sehr auch der berühmte Verfasser der „Mechanik" des Himmels zu der Annahme hinzuneigen schien, daß jene Ankömmlinge immerhin Auswürflinge des Mondes sein könnten, welche, in die Anziehungssphäre unserer Erde gelangend, von dieser theils zu planetarischer Umkreisung genöthigt, theils herabgezogen würden. Im allgemeinen indeß waren die Astronomen, wie Zach, Olbers u. a., wiederum die ersten, welche Chladni zustimmten, seitdem zwei göttinger Studenten mit dem begonnen hatten, woran man freilich schon längst hätte denken sollen: mit planmäßiger Beobachtung und Messung; seitdem Brandes und Benzenberg, als sie 1798 zu Göttingen studirten, von zwei 46000 Fuß voneinander entfernten Punkten aus Höhe und Geschwindigkeit der Meteore bestimmt und gefunden hatten, daß jene von 1,4 bis über 30, ja selbst über 100 Meilen beträgt, also weit über unsere Atmosphäre hinausreicht, während ihre Geschwindigkeit (4 bis 6 Meilen in der Secunde) noch die unsers Planeten übertrifft. Hiermit war für einen Lichtenberg die kosmische Natur der Meteore entschieden. „Sie haben", schrieb er sofort an Brandes und Benzenberg, „in kurzer Zeit mehr geleistet als alle Physiker seit der Schöpfung der Welt, oder doch gewiß seit der Sündflut und den Zeiten des Aristoteles. Gott bewahre, daß an der Erde je solche Feuer fliegen sollten, die in einer Secunde 5 Meilen zurücklegen; wenigstens wünsche ich nicht, daß mir je so etwas an den Kopf fliege. Diese Dinge aus unserer warmen

Thalchemie erklären zu wollen, halte ich schon wegen der ungeheuern Kälte für unmöglich, die dort oben herrschen muß."

Als man nun endlich auch an eine Untersuchung dessen ging, was aus den Meteoren herabfiel; als die Chemiker Howard (1802) und Klaproth (1803) jene Fremdlinge der chemischen Analyse unterzogen; als diese ergab, daß an einen irdischen Ursprung derselben gar nicht zu denken sei, was schon früher der große Geolog Werner beim ersten Blick erkannt haben soll; als dann seit dem Steinfall von Siena acht neue Fälle constatirt waren, sodaß selbst der berühmte Physiker, J. A. de Luc, der noch 1803 spottend geäußert hatte: „Ich glaube es, weil ihr sagt, es gesehen zu haben; aber ich würde es nicht glauben, wenn Ich es gesehen hätte", sich zur Anerkennung der Thatsache gezwungen sah; als endlich der große Steinfall bei l'Aigle in der Normandie, wo eine prachtvoll leuchtende, schnell dahinziehende Feuerkugel sich plötzlich in eine rauchende Wolke verwandelte und während fünf Minuten unter gewaltigem Donner und Krachen 2 — 3000 heiße Steine von ½ Loth bis 17½ Pfund schwer über einen Raum von zwei Quadrat-Lieues ausstreute, als dieser von Biot untersuchte und beschriebene staunenerregende Steinfall den Zweifeln an der himmlischen Abkunft dieser Gesteine für immer ein Ende gemacht hatte, — da endlich waren die letzten Spuren jener alten Dogmen besiegt, waren die letzten von den vermeintlichen Zubehörungen der Erde dem Himmel wiedergegeben, die Asteroiden hatten ihren Platz unter den Weltkörpern erobert.

Die zahlreichen seitdem stattgefundenen und sicher beglaubigten Meteorfälle, die umfassendsten und eingehendsten Untersuchungen der herabgefallenen Stein- und Eisenmassen durch die Chemiker und Mineralogen, und die aufmerksame Beobachtung und Messung der Bahnen der Sternschnuppen und Feuerkugeln durch die Astronomen haben ihnen diesen Platz gesichert, haben die kosmische Natur der Meteore bis zur Evidenz erwiesen.

Hiermit ist einer der bedeutungsvollsten Wendepunkte unserer kosmischen Erkenntnisse eingetreten; fremde Weltkörper sind unserer unmittelbaren Untersuchung zugänglich, jetzt

endlich ist möglich geworden, worauf schon Kepler hinwies: die Verbindung der Physik und der Astronomie. Die kosmischen Meteore sind das Band geworden, welches beide fortan untrennbar verknüpft, sind das Verbindungsglied zwischen Himmel und Erde. Waren sie, die kleinsten und uns nächsten Himmelskörper, die letzten, welche als solche erkannt wurden, so sind sie dafür nun auch die ersten geworden, mit denen unsere sichere Kenntniß von der Natur der den Weltraum erfüllenden Körper begonnen hat. Sie zuerst haben uns in Wahrheit den Himmel eröffnet. Eine neue recht eigentlich materielle Art unserer kosmischen Beziehungen ist uns mit ihnen offenbar geworden. Glaubten wir bis dahin mit allem Außerirdischen nur in Verbindung zu stehen durch das wärmeerzeugende Licht und durch die geheimnißvollen Kräfte der Anziehung, — hier kommen Boten des Himmels herab auf unsere Erde, uns Kunde zu bringen von dem, was jenseit unserer Atmosphäre den Weltraum erfüllt. „Gewöhnt, alles Nichttellurische nur durch Messung, durch Rechnung, durch Vernunftschlüsse zu kennen, sind wir erstaunt zu betasten, zu wiegen, zu zersetzen, was der Außenwelt angehört"; sind nicht minder erstaunt, in ihm die Elemente wiederzuerkennen, aus denen sich unsere Erdenwelt auferbaut. Schon etwa ein Drittel unserer irdischen Elemente sind in den Meteoren herausgefunden, aber in Verbindungen, wie sie auf unserer Erde nicht vorkommen, eine Bestätigung ihrer außerirdischen Herkunft.

Chemie und Mineralogie, nun eng verbündet mit der Astronomie, haben seit Howard und Klaproth nachgeholt, was so lange versäumt war. Die aufeinanderfolgenden Untersuchungen von Thénard, Vauquelin, Proust, Berzelius, Stromeyer, Laugier, Dufresnoy, Gustav und Heinrich Rose, Boussingault, Rammelsberg, Shepard und Wöhler haben mehr und mehr von der chemischen Beschaffenheit der Meteore erkennen lassen. Sauerstoff, Schwefel, Phosphor, Kohlenstoff, Kiesel, Aluminium, Magnesium, Calcium, Kalium, Natrium, Eisen, Nickel, Kobalt, Chrom, Mangan, Kupfer, Zinn und Titan und neuerdings auch Stickstoff sind in den Meteoren bereits nachgewiesen worden, aber in Verbindungen

ganz eigenthümlicher Art (vgl. die neuesten Untersuchungen von Gustav Rose in der Abhandlung der Akademie der Wissenschaften, Berlin 1863); namentlich ist die metallische Legirung von Nickel und Eisen, welche in gewissen meteorischen Massen constant enthalten ist, in tellurischen Mineralien noch nirgends entdeckt worden. Die Zusammensetzung der Meteore selbst hat sich wiederum als eine überaus verschiedene herausgestellt. Viele enthalten $^{96}/_{100}$ Eisen, andere kaum $^{2}/_{100}$; fast alle haben einen dünnen schwarzen, glänzenden und dabei geäderten Ueberzug. Auffallend aber bleibt, daß trotz dieser großen Verschiedenheit einzelne Massen, die in Zwischenräumen von vielen Jahrzehnten an den verschiedensten Orten niederfielen, „eine bis zur Einerleiheit steigende Aehnlichkeit haben". Im allgemeinen hat man dieselben in Meteoreisen und Meteorsteine geschieden, obgleich diese Eintheilung nicht in absoluter Schärfe zu nehmen ist, da nicht selten Meteoreisen eingemengte Silicate, und andererseits wiederum viele Meteorsteine metallisches Eisen enthalten. Die gewöhnlichen Verbindungen der Meteorsteine sind Silicate: Olivin, Anerthit, Labrador, Augit. Einige, namentlich die kohlenhaltigen Steine von Alais und Orgueil bestehen aus leicht zerfallenden Massen. Noch in keinem Meteoriten ist aber bisher eine Substanz gefunden, deren Elementarbestandtheile nicht auch in unsern irdischen Mineralien vorkämen. Es herrschen auch durchaus dieselben Krystallisationsgesetze. „Wir sind also einander auf keine Weise fremd, die Meteoriten und die Erde; wir sind sichtlich Geschwister und kommen von derselben Mutter." Und damit diese Verwandtschaft noch enger werde, entdecken wir zu unserm Staunen auf jenen aus unbekannten Regionen des Weltraums zu uns gelangenden Himmelskörpern sogar Beweise organischer Thätigkeit, wenn wir uns auch vorläufig von derselben noch kein Bild irgendeiner Art zu entwerfen vermögen. Schon 1834 hatte Berzelius festgestellt, daß die in dem Meteoriten von Alais (15. März 1806) enthaltene Kohle Bestandtheil einer organischen Verbindung sei. Demnächst hat auch Wöhler in den Massen, welche aus dem mächtigen Meteoritenfall am Cap (13. Oct. 1838) herrühren, und ebenso in dem Meteoriten

von Kaba (27. April 1857) „eine kohlenstoffhaltige Substanz nachgewiesen, die nur organischen Ursprungs sein kann". Die Steine, welche die am 14. Mai 1864 bei Orgueil (im Departement Tarn-et-Garonne) mit donnerähnlichem Getöse zerspringende Feuerkugel zur Erde sendete, haben neue Belege gebracht. Sie bestehen aus einer kohlschwarzen, äußerst weichen Masse, die sich im Wasser sofort in Schlamm auflöst, und enthalten noch größere Mengen von Kohle wie die Massen von Alais, von Kaba und vom Cap; im Weingeist ist außerdem eine organische Substanz löslich, wol ähnlich derjenigen, welche Wöhler im Kabastein entdeckt hat. (Vgl. Comptes rendus, Mai und Juni 1864, und Heis' Wochenschrift, S. 230.)

Die jüngsten, am 25. Aug. 1865 in Algier gefallenen Meteorsteine haben uns wiederum neue Einblicke in die verwandte Natur der Himmelskörper gewinnen lassen. Ein etwa 13 Pfund schweres Stück derselben kam nach Paris und wurde von Daubre untersucht. Es besteht danach im ganzen aus einer steinigen, aschgrauen, feinkörnigen Masse, die Glas leicht ritzt. In ihr sind eine große Anzahl von Körnern mit metallischem Glanz eingestreut, welche theils stahlgraue, magnetische Nickeleisenkörner, theils bronzegelbe, krystallinische Schwefeleisen- und messinggelbe Schwefelkieskörner, theils endlich schwarze Körner von Chromeisen sind. Die einschließende Steinmasse besteht der Hauptsache nach aus kieselsaurer Magnesia und kieselsaurem Eisen und zeigt unter dem Mikroskop kleine durchsichtige Krystalle, welche in den verschiedensten Formen von den andern Bestandtheilen durchzogen und abgerieben sind. Aehnliche Spuren von starker Reibung sieht man an größern, durch den Stein verlaufenden ebenen Flächen in den Streifen, die sie zeigen. An der Oberfläche ist der Stein mit einer Glasur überzogen, die an einzelnen Stellen, wo sie eine Spalte vorfand, gegen das Innere vorgedrungen war. Ein kleines Stückchen, das nicht mit Glasur bedeckt, zeigt, wenn es in der Löthrohrflamme stark erhitzt wird, denselben Glanz und ganz dasselbe Aussehen, wie es der ganze Meteorstein beim Durchgang durch die Erdatmosphäre darbietet, und überzieht sich ebenso wie der ganze Stein mit einer

dünnen Glasur. Die interessanteste Entdeckung in diesem Meteorstein ist jedoch, daß in demselben das Vorkommen von in Wasser löslichen Salzen festgestellt ist. Obschon eine gründliche chemische Prüfung noch nicht vorgenommen ist, so ist das Vorhandensein von Chlornatrium (Kochsalz) und kohlensaurem Natron sicher nachgewiesen. Nun ist zwar das Vorkommen des Natriums in den Himmelskörpern inzwischen durch die Spectralanalyse ermittelt worden, aber die Verbindungen des Natriums konnte uns die Spectralanalyse nicht verrathen. Wir müssen daher dem vom Himmelsraume kommenden Boten für seine Nachricht, daß dort das Natrium sich ebenso mit dem Chlor zum Kochsalz verbunden hat wie auf unserer Erde, um so dankbarer sein, weil diese Botschaft eine ganz frische und deshalb ungefälschte war, und weil unsere Erde in ihrem Verwandtschaftsgrade zu den Himmelskörpern dadurch einen weitern Schritt vorwärts gemacht hat. (Vgl. Heis' Wochenschrift, 1866, S. 95.)

So hat die Erkenntniß, daß die Meteore „Sterne“ sind, eine Chemie des Himmels möglich gemacht; die zu uns herabkommenden Sterne haben mit der Gewißheit, daß die Stoffe und Kräfte, aus denen unsere irdische Körperwelt, aus denen wir selbst hervorgehen, auch dort droben vorhanden und thätig sind in der Sternenwelt, diese selbst uns näher gebracht, haben uns hiermit zugleich vorbereitet für das Verständniß dessen, was uns demnächst die Spectralanalyse enthüllen sollte, die, nicht zufrieden mit dem unserer Berührung Zugänglichen, sich nun auch an die unnahbaren Himmelskörper wagen, nun auch diese der chemischen Analyse unterwerfen durfte. Jetzt erst, nachdem uns die Meteore die Ahnung Newton's bestätigt hatten: „daß Stoffe, welche zu einer Gruppe von Weltkörpern, zu einem Planetensystem gehören, größtentheils dieselben sind“, waren wir reif für die weitern Einblicke, welche nunmehr die Spectralanalyse auf jene andern folgen ließ. (Vgl. Anhang 3.)

Während nun Chemiker und Physiker mehr und mehr von den physischen Verhältnissen der Meteore ergründeten, waren die Astronomen nicht minder eifrig bemüht, die geometrischen fest-

zustellen. Seit Brandes und Benzenberg waren ja auch die Meteore „Kinder des Himmels", waren sie recht eigentlich Gegenstand der astronomischen Forschung geworden. Eine Reihe ausgezeichneter Beobachter und Forscher, wie Olbers, Bessel, Erman, Boguslawski, Quetelet, Feldt, Saigey, Eduard Heis, Julius Schmidt, Alexander Herschel, H. A. Newton, Secchi u. a., haben seitdem mehr und mehr von diesen geometrischen Verhältnissen der Meteore enthüllt, haben uns die Stellung und Bedeutung ahnen lassen, welche sie im Planetensystem einnehmen. Sie bestätigten zunächst, was schon Brandes und Benzenberg über die Höhe und die mehr als planetarische Geschwindigkeit derselben ermittelt hatten, und stellten fest, daß, wenn auch einige bis zu einer Meile Entfernung, „fast bis zu den Gipfeln des Chimborasso und Aconcagua" herabsteigen, die Mehrzahl durchschnittlich in einer Höhe von 10—15 Meilen dahinzieht, nicht wenige aber auch 50—60, ja mehr als 100 Meilen entfernt, also weit jenseit unserer Atmosphäre gesehen werden. Nicht minder bewährte sich, was schon jene ersten Beobachter über die Geschwindigkeit der Bewegungen gefunden hatten, für welche sich nun als mittlere etwa 6 Meilen in der Secunde ergaben, während sie bei einigen bis auf 12 Meilen, ja selbst bis mehr als 20 Meilen stieg, also sich noch fünfmal größer erwies als die unsers Planeten. Auch die mittlere Anzahl der in einer Stunde sichtbar werdenden Sternschnuppen, welche Benzenberg schon 1798 auf durchschnittlich 6 bestimmt und Brandes später auf 8 geschätzt hatte, wurde durch fernere Beobachtungen als zutreffend erkannt. Quetelet fand 8, Boguslawski 6,48 als Durchschnittszahl. (Eine anschauliche Uebersicht der in den verschiedenen Stunden und Tagen wirklich fallenden Sternschnuppen geben die fortlaufenden, in Heis' Wochenschrift mitgetheilten Beobachtungen von Julius Schmidt u. a.) Daß diese Erscheinungen nicht immer gleich häufig sind, daß namentlich der Herbst sternschnuppenreicher ist als alle übrigen Theile des Jahres, hatte schon Brandes gefunden; aber erst seit 1831 wurde man darauf aufmerksam, daß die Meteore zu gewissen Perioden in größerer Anzahl, ja oft scharenweise erscheinen. Erst die Ent-

deckung dieser Periodicität der Sternschnuppenschwärme und die genauere Beobachtung ihrer Bahnen und Bewegungsrichtungen ließ sie nunmehr als Glieder des Planetensystems erkennen.

Das November-Phänomen, welches in der Nacht vom 12. zum 13. Nov. 1833 mit außerordentlicher Großartigkeit in Nordamerika auftrat, wurde zuerst als periodisch erkannt. Um 4 Uhr des Morgens, zur Zeit, wo die Erscheinung am bedeutendsten war, bemerkte man eine ununterbrochene Folge von Feuermeteoren, die raketenähnlich von einem wenige Grade südlich vom Zenith liegenden Punkte im Sternbild des Löwen längs des Himmelsbogens nach allen Richtungen des Horizonts hinfielen. Manche Feuerkugeln hatten eine sehr bedeutende Größe, unzählige Sternschnuppen aber hatten die scheinbare Größe einer Erbse bis zu der einer Nuß, und verschiedene Farbe. Ein Zug leuchtender Punkte, mit phosphorisch schimmernden Linien hinter sich, machte den Eindruck, „als schneie es Feuer". Die Anzahl der Meteore in jener Nacht schien „unermeßlich groß". Ueber Halifax war der Himmel gegen Morgen wie von einer Feuersbrunst erleuchtet und dabei wolkenfrei. Nach einer Schätzung zu einer Zeit, wo die Erscheinung schon von ihrer Großartigkeit verloren, wurden in einer Viertelstunde 8660 Sternschnuppen beobachtet, was für sechs Stunden, die Dauer der intensiven Erscheinung, die ungeheuere Zahl von 207840 Sternschnuppen und Feuerkugeln gibt. Nunmehr erinnerte man sich, daß Humboldt und Bonpland 1799 zu Cumana einen Sternschnuppenfall von ähnlicher Großartigkeit beobachtet und beschrieben hatten, und gewahrte mit Staunen, daß die Tage dieselben waren, so auch die mehrerer anderer Sternschnuppenschwärme, namentlich jener, die in der Nacht vom 12. zum 13. Nov. 1832 in Deutschland, Frankreich, England u. s. w. gesehen waren. Im Jahre 1834 wiederholte sich die Erscheinung in Nordamerika, doch mit etwas geringerer Intensität, und ist seitdem regelmäßig in jedem Jahre beobachtet worden. Schon Olbers vermuthete, daß sie 1867 mit gleichem Glanze wiederkehren werde wie 1833 und 1799, und nach den Untersuchungen von H. A. Newton ist dies in der That wahrscheinlich. Derselbe hat nämlich aus dreizehn Erscheinungen des

Novemberstroms vom Jahre 902 bis zum Jahre 1833 ermittelt, daß seine Periode 365,27 Tage beträgt, und daß er in Zwischenräumen von ungefähr einem Dritteljahrhundert (in 33,25 Jahren) in ganz besonderm Glanze erscheint (Heis' Wochenschrift, 1864, S. 397).

Das August-Phänomen war zwar auch schon mehrfach wahrgenommen worden (die „Thränen des heiligen Laurentius" waren schon in alten Zeiten in England und Schottland bekannt, ja der 10. August führte in alten Kalendern schon den Beinamen „Meteorodes"); aber erst Quetelet erkannte die Periodicität desselben (1836), welche durch spätere Beobachtungen ebenso sicher festgestellt ist wie beim November-Phänomen.

Außer diesen beiden wichtigsten periodischen Sternschnuppenerscheinungen sind noch einige schwächere mehr oder weniger sicher ermittelt worden; so besonders am 2. — 3. Januar, 21.—27. März, 9.—26. April, 25.—30. Juli, 1.—3. August, 15. —25. October, 27.—29. November und 7.—13. December.

Von ganz besonderer Wichtigkeit aber ist die bei diesen Sternschnuppenströmen gemachte Beobachtung, daß sie von einem festen Punkte des Himmels auszugehen scheinen, der trotz der Umdrehung der Erde gegen die Sterne eine unveränderliche Lage beibehält. Dies deutet darauf hin, daß jene kleinen Massen, die wir als Sternschnuppen sehen, vereint dieselbe Richtung im Weltraum verfolgen, daß sie in Gemeinschaft ihre Bahn beschreiben, entweder in einzelnen Haufen oder in einem geschlossenen Ringe. „Beides", sagt der „Kosmos", „Radiation (Ausgehen von demselben Punkte) und Geschwindigkeit, charakterisirt sie mit einem hohen Grade der Wahrscheinlichkeit als leuchtende Körper, die sich als unabhängig von der Rotation der Erde zeigen und von außen aus dem Weltraum in unsere Atmosphäre gelangen. Die nordamerikanischen Beobachtungen der November-Periode bei den Sternschnuppenfällen von 1833, 1834 und 1837 hatten als Ausgangspunkt den Stern γ Leonis bezeichnen lassen; die Beobachtungen des August-Phänomens im Jahre 1839 Algol im Perseus oder einen Punkt zwischen dem Perseus und dem Stier. Es waren diese Radiations-

Centra ungefähr die Sternbilder, gegen welche hin sich etwa in derselben Epoche die Erde bewegte. Die weitern sorgfältigen Beobachtungen von Heis und Schmidt ergaben, daß neben diesen Hauptradiationspunkten noch andere vorkommen, so nach Heis für die November-Periode neben γ Leonis noch Ausgangspunkte im Perseus, Drachen und in der Kassiopeia, und für die August-Periode neben Algol noch zwei andere im Drachen und in der Nähe des Nordpols. Der Perseuspunkt ist nach Schmidt derjenige, welcher das ganze Jahr hindurch die meisten Meteore liefert. Im allgemeinen findet man, „wenn man die Richtungen der Meteorbahnen in ihrer ganzen Complication und periodischen Wiederkehr betrachtet: „daß es gewisse Radiationspunkte gibt, die immer vertreten sind; andere, die nur sporadisch und wechselnd erscheinen". Wenigstens aber scheint bei einem jeden Hauptstrom noch ein zweiter, vom erstern gänzlich verschiedener Strom vorzukommen, dessen Bahnen die des ersten unter rechten oder schiefen Winkeln durchschneiden.

Aus allen diesen Beobachtungen hat sich nun die Theorie entwickelt, daß die Feuerkugeln und Sternschnuppen kleine planetarische Körper sind, die in einer oder mehrern Zonen die Sonne umkreisen, daß diese aller Wahrscheinlichkeit nach verschieden dicht erfüllten Meteoritenringe die Erdbahn schneiden und daß die Erscheinung der periodischen Sternschnuppenfälle eintritt, wenn die Erde durch die Knotenpunkte dieser Ringe und der Ekliptik geht. Wegen des Fortrückens der Knoten geschieht dies jedes Jahr an einer andern Stelle und bringt die prachtvollern Erscheinungen hervor, wenn sich die dichtgefüllten Partien des Ringes im Knoten befinden.

Mit diesen Vorstellungen stimmt überein, was die rechnende Astronomie neuerdings gefunden hat. Nach Leverrier's Untersuchungen ist es nothwendig, um die Rechnungen über den Mercur mit den Beobachtungen in Einklang zu bringen, anzunehmen, daß sich zwischen Mercur und Sonne ein Ring von Asteroiden befindet, deren Gesammtmasse der des Mercur gleichkommt. In der Entfernung der Erde von der Sonne muß sich ein zweiter derartiger

Asteroidenring befinden, dessen Gesammtmasse höchstens ein Zehntel der Erdmasse betragen kann. Die Massen dieser Gruppe und die Gesammtmasse der kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter ersetzen einander, sodaß, wenn man die letztere kennt, man die erstere berechnen kann.

Hiernach scheint also die Rechnung als eine Nothwendigkeit fordern zu wollen, worauf die Beobachtung hatte schließen lassen. Ein neuer, ungeahnter Reichthum des Planetensystems beginnt sich in jenen Regionen zu enthüllen, wo noch vor kurzem alles leer erschien, und in immer größerm Umfange bestätigt sich, was schon Arago bei der ersten Erforschung des November-Phänomens ausrief: „C'est un nouveau monde planétaire qui commence à se révéler à nous." (Annuaire, 1836, S. 296.)

Sind nun aber solche von Myriaden kleiner Körperchen erfüllten Ringe im Planetensystem vorhanden, dann gewinnt auch die Vermuthung Chladni's, welcher jene mehrstündigen Verdunkelungen der Sonne, von denen die Geschichtschreiber erzählen (vgl. Kosmos, I, 138 und 398), durch vorbeiziehende Meteormassen erklären wollte, neue Wahrscheinlichkeit; vielleicht sind dieselben dann wirklich auf das Vortreten jener Meteoritenringe zurückzuführen (vgl. oben S. 281, Note 157); während andererseits auch jene Vermuthung nicht ohne Grund erscheint, die nur kürzlich wieder von Alexander Herschel ausgesprochen worden ist. „Eben jetzt", schreibt derselbe am 13. Dec. 1863, „sehe ich das Zodiakallicht bis zu den Plejaden reichen. Sind nicht seine Strahlen die Sternschnuppen des 11. December, welche im Sonnenschein leuchten, und welche die Erde schon vor zwei Tagen hinterlassen hat?" *)

Eine gleiche Vermuthung hatte schon Arago (XIV, 261) aufgestellt. „Es gibt also Körper", so schließt der große Physiker und Astronom seine Betrachtungen über die kosmischen Meteore, „deren

---

*) Vgl. Heis' Wochenschrift, 1864, S. 8. Heis bezweifelt indeß, daß der helle Lichtschein, den Herschel gesehen, das Zodiakallicht gewesen sei, dessen Strahlen erst Ende Februar bis zu den Plejaden reichen.

Vorhandensein uns blos durch Phänomene des Erglühens in der Nähe unserer Erde bekannt geworden ist, und die uns nur durch die Verdunkelung des im Brennpunkte aller Planetenbahnen befindlichen leuchtenden Gestirns sichtbar werden. Sollten nun aber diese Körper, wenn sie Ringe von einer gewissen Dichtigkeit bilden, nicht auch, wenigstens als Gesammtmasse, durch Reflexion des Sonnenlichts sichtbar werden können? Bei seinen Untersuchungen über das Zodiakallicht wurde Dom. Cassini zu der Annahme einer ungeheuern Nebelmasse geführt, die im großen Abstande kreisförmig um die Sonne nahezu in der Aequatorebene dieses Gestirns verbreitet wäre. Es würde dann das Zusammentreffen unserer Erde mit den Körpern dieser Nebelmasse die kosmischen Meteore erzeugen. Auf solche Weise treten doch endlich die verschiedenen Phänomene am gestirnten Himmel und in der Meteorologie, selbst wenn sie anfangs durch ihre Unbeständigkeit alle noch so scharfsinnigen Bemühungen der Menschen zu vereiteln scheinen, nach einem gründlichen Studium in eine großartige Beziehung zueinander" — eine Beziehung, auf welche auch der beachtenswerthe, schon mehrmals beobachtete und vom „Kosmos" hervorgehobene Umstand hindeutet, daß zur Zeit der prachtvollsten Sternschnuppenfälle auch das Nordlicht in ganz besonderm Glanze leuchtete. (Vgl. Kosmos, I, 130.)

Daß nun jetzt erst das Gesammtwissen der Zeit zur Erkenntniß dieser Beziehungen ausreicht, daß erst jetzt unsere ganze Weltanschauung eine Erweiterung erfahren hat, die uns nicht mehr zurückschrecken läßt vor den Consequenzen dieser Erkenntnisse, das erklärt, wie es geschehen konnte, daß, um mit A. von Humboldt zu reden, „ein so großes kosmisches Phänomen bis auf Chladni fast unbeachtet und in seinem innigen Zusammenhange mit dem übrigen Planetensystem unerkannt geblieben ist".

Nun aber, seitdem — und zwar gerade durch sein unsterbliches Werk — die kosmische Weltanschauung mehr und mehr Raum gewinnt, tritt der Gesammtzusammenhang der Erscheinungen auch immer großartiger und wunderbarer hervor. Kein Zweifel, daß nun auch die Astronomen immer allgemeiner sich der nähern Erforschung dieser Erscheinungen zuwenden werden, bei welchen schon vor

Jahren der „Kosmos", in klarer Erkenntniß ihrer hohen Bedeutung „mit Vorliebe lange verweilt hat" (Kosmos, I, 130). Ist es schon bezeichnend für den Umschwung, der sich gegenwärtig in der astronomischen Wissenschaft vollzieht, wenn heute den Sonnenbeobachtungen Carrington's der große Lalande'sche Preis für Astronomie zuerkannt wird, während noch Delambre solche Beobachtungen für „plus curieuses que vraiment utiles" erklärte (vgl. Note 139), oder wenn Sonnenbeobachtungen und photometrische Messungen der Fixsterne auf dem neuen Observatorium in Wilna heute den Hauptgegenstand der astronomischen Thätigkeit bilden (vgl. dagegen Note 135), so ist es nicht minder charakteristisch für die jetzt zur Geltung kommende Auffassung von der Aufgabe der Astronomie, wenn Heis hieran den Wunsch knüpft: daß auch die Erscheinungen der Sternschnuppen, des Zodiakallichts und des Nordlichts in den Kreis der regelmäßigen Beobachtungen gezogen werden möchten. (Vgl. Heis' Wochenschrift, 1864, S. 8.) Gewiß wird dies geschehen, und nicht blos auf der Sternwarte zu Wilna, sondern auch auf vielen andern, insbesondere auch auf denen der südlichen Hemisphäre, durch deren bereits angebahnte Mitwirkung die planetarischen Verhältnisse der Feuermeteore erst vollständig zur Klarheit kommen werden. Vielleicht werden sie dann endlich von Wind und Wetter frei werden, mit welchem sie kürzlich Coulvier-Gravier, zu den Vorstellungen eines Aristoteles, Theophrast, Aratus u. s. w. zurückkehrend, von neuem hat in Verbindung bringen wollen.

Auf diesem Wege der allseitigen Beobachtung wird die Hoffnung des „Kosmos" in Erfüllung gehen: „Die Ergründung beider Arten von Verhältnissen, der physischen wie der geometrischen, wird allmählich zu einem und demselben Ziele, zu genetischen Betrachtungen über die innere Natur der Erscheinungen, führen." Gerade diese kleinsten, mit uns in unmittelbare Berührung tretenden Weltkörper scheinen berufen, uns die ersten sichern Einblicke in die so dunkeln Processe des Werdens, in die Bildungs- und Entstehungsgeschichte der Weltkörper gewinnen zu lassen; Einblicke, die vielleicht wiederum alles umgestalten werden, was die

Menschheit bisher zu ahnen gewagt vom Werden und Vergehen der Welten.

Schon jetzt ist nicht mehr zweifelhaft, daß die kosmischen Meteore in enger Verbindung stehen mit der Bildungsgeschichte unserer Erde. Denn wenn heute vielleicht kein Tag vergeht, wo nicht irgendein solcher Ankömmling unsere Erdmasse vermehrte, wenn uns die große Menge der auf der Erdoberfläche vorgefundenen Meteormassen (und etwa doppelt so viel werden auf dem Meeresgrunde liegen) noch heute von diesen Einverleibungen kosmischer Stoffe den augenscheinlichen Beweis liefert, so dürfen wir kaum daran zweifeln, daß dasselbe auch in der geologischen Zeit, und in dieser vielleicht in noch größerm Maße als jetzt, stattgefunden hat. Freilich wird sich dies schwer nachweisen lassen; denn wer wagte in den Schichten der Vorwelt jetzt noch irdische Stoffe von den himmlischen zu scheiden? „Wäre Eisen gefallen", sagt Quenstedt, „der Rost hätte es längst gefressen, und die verwitterten Steine würden ihren Ursprung nicht mehr ahnen lassen." Und doch ist, wie uns Lyell versichert, das Auffinden meteorischer Massen in den ältern Ablagerungen der Erde nicht mehr so hoffnungslos, wie man glauben sollte, seitdem im Altai tief im Drift, 31 Fuß unter der Oberfläche, ein $17\frac{1}{2}$ Pfund schweres Stück unzweifelhaftes Meteoreisen auf dem Boden einer Ablagerung aufgefunden worden ist, wo der Kies auf Kalkstein ruhte. (Vgl. hierüber auch Kosmos, I, 406, Note 53.)

Auf der Oberfläche der Erde liegen in allen Erdtheilen ungeheuere Massen Meteoriten, namentlich die nicht so leicht zerfallenden Eisenmeteoriten, in welchen, wie sonst auf der Erde nirgends (oder doch nur höchst selten) das Eisen im gediegenen Zustande vorkommt. Die größten bekannten Massen von 7—$7\frac{1}{2}$ Fuß Länge fand man, seitdem man hierauf aufmerksam geworden, bei Otumpa in Tucuman, im Chaco, Republik Argentina, und bei Bahia; bei Durango entdeckte Humboldt ein Stück, dessen Gewicht mehr als 300 Centner betragen soll; eine andere Masse bei Chihuahua wog 35 Centner, und bei Coahuila fanden sich Stücke bis zu Tausenden von Pfunden. Das 1751 bei Agram gefallene Meteoreisen

hatte ein Gewicht von 71 Pfund, und das berühmte Pallaseisen, welches auf dem Berge Kerim bei Krasnojarsk in Sibirien lag und von den Tataren als Heiligthum verehrt wurde, war mehr als 1600 Pfund schwer.] Das sonst zu Ellbogen in Böhmen aufbewahrte Stück, „der verwünschte Burggraf", wog 191 Pfund, und das 1814 auf einem Gipfel der Karpaten bei Lenarto gefundene 194 Pfund; bei Grasse in der Provence lag eine 12 Centner schwere Masse; in der Eifel, nördlich von Trier, fand sich eine 3400 Pfund schwere. Auch am Senegal, bei Galam, liegt eine größere Masse, welche lange von den Mauren ausgebeutet worden ist; in den Straßen von Zacatecas fand sich eine von 200 Centnern; bei Santa-Fé de Bogota scheint ein förmlicher Regen von Eisenklumpen stattgefunden zu haben; auch im östlichen Theile der Capcolonie hat sich ein Stück von einigen Centnern Schwere gefunden. In Nordamerika werden einige zwanzig Fundorte angeführt, dabei eine Masse von 2000 Pfund in Tennessee und eine von 1700 Pfund am Red River in Texas. Aus Australien endlich ist vor kurzem ein großer Eisenmeteorit für das Britische Museum angekommen, der das ungemeine Gewicht von 3750 Kilogramm hat. Und doch sind diese Eisenmeteoriten nur ein sehr kleiner Bruchtheil (etwa der fünfundzwanzigste Theil) der jährlich zur Erde niederfallenden kosmischen Massen, deren größere Menge aus Meteorsteinen besteht, unter welchen wiederum die aus Silicaten bestehenden die Hauptmasse bilden. Wenn nun auch Shepard die Beschreibung dieser Meteormassen gewiß zutreffend Astropetrologie (Gestirnfelsenkunde) nennt, so dürfte es doch verfrüht sein, nun sofort wieder die Bildung der Erde überhaupt, wie man neuerdings schon versucht hat, lediglich aus der Zusammenballung solcher kosmischen Massen erklären zu wollen. Unzweifelhaft freilich ist schon jetzt, daß sie keinen unbedeutenden Beitrag zu derselben geliefert haben; ja diese Weltinfusorien spielen vielleicht in der Geschichte unserer Erde eine nicht minder wichtige Rolle wie das felsenbauende kleinste Leben unserer Erdinfusorien, und zwar nicht blos in der Vorgeschichte, sondern auch noch jetzt in der Geschichte der Gegenwart, sowol durch das, was wir sehen,

als vielleicht noch mehr durch das, was wir nicht sehen, was die „fallenden Sterne", von uns noch unerkannt, unserer Erde bringen. Allerdings ist noch in keinem Falle festgestellt worden, daß aus den Sternschnuppen irgendetwas wirklich zu Erde gefallen ist (denn der vielbesprochene schwarze Eisenstaub, der am 14. Nov. 1856 mitten auf hoher See, 60 deutsche Meilen südöstlich von Java auf das Schiff des Nordamerikaners Callum niederfiel, kann wenigstens, wie Ehrenberg will, als ein vulkanisches, durch Stürme fortgeführtes Product angesehen werden, obwol das Zusammentreffen desselben mit dem November-Phänomen der Sternschnuppen um so mehr Beachtung verdient, als von gleichzeitigen vulkanischen Eruptionen nichts bekannt geworden ist); schwer aber entschließt man sich, zu glauben, daß die unaufhörlich durch die obern Schichten unserer Atmosphäre dahinschießenden Sternschnuppen als ein bloßer Lichtschimmer zweck- und spurlos vorübergehen sollten, ohne irgendwelche materielle Beziehung zu unserm Planeten, daß nicht auch aus ihnen, ähnlich wie aus den größern Feuermeteoren, irgendwelche Massen, sei es staub- oder duftartig oder wie sonst immer, zur Erde niederfallen sollten. Daß dies wirklich der Fall, erscheint um so wahrscheinlicher, wenn wir an die zahllosen Scharen der Sternschnuppen denken, die unaufhörlich ihre Feuerschweife durch unsere Atmosphäre ziehen, vorausgesetzt nämlich, daß diese, wie Liais gegen die bisherige Annahme nachzuweisen versucht hat, sich bis auf 45 Meilen Höhe ausdehnt. Nicht blos während der November- und Augustströme fallen sie oft zu Hunderttausenden in einer Nacht „dicht wie Schneeflocken" (wie Heuschreckenscharen, sagen die Araber), sondern zu allen Zeiten Tag und Nacht durchfurchen sie unsere Atmosphäre in bei weitem größerer Zahl, als man gewöhnlich glaubt. Nach Schmidt (Resulate aus zehnjährigen Beobachtungen) werden oft in einer Nacht schon dem bloßen Auge Tausende bis sechster Größe sichtbar, im Teleskop aber „ziehen ungezählte Scharen von Meteoren am Himmel vorüber, die das freie Auge nicht mehr erblickt". „Fast in jeder Nacht", sagt er an einer andern Stelle, „ist die Zahl der teleskopischen Meteore außerordentlich groß und das Verhalten

derselben ganz dasselbe wie bei den gewöhnlichen Sternschnuppen." (Vgl. Heis' Wochenschrift, 1861, S. 377, und 1862, S. 2.)

Nach Hansteen, Arago, Schmidt und andern sichern Autoritäten können Meteore selbst bei Tage mit dem Fernrohr gesehen werden, einzelne sowol wie auch ganze Schwärme derselben, und schon mehrfach hat man sie als feine schwarze Punkte an der Sonne schnell vorüberziehen sehen. (Heis' Wochenschrift, 1865, S. 227.) Und dies alles sollte spurlos vorübergehen? Die oft bis zu 5 Minuten sichtbar bleibenden Feuerschweife — ja selbst 16 Minuten hindurch vermochte Schmidt einen solchen Schweif im Sucher zu beobachten (vgl. Heis' Wochenschrift, 1866, S. 35), und bei einzelnen Feuerkugeln will man sie stundenlang bemerkt haben —, diese Schweife, die sich nicht selten in wunderbaren Windungen krümmen und zusammenballen und sich schließlich wie in Nebel auflösen, sie sollten durchaus nichts Stoffliches in unserer Atmosphäre zurücklassen? Derartige naheliegende Erwägungen führten Reichenbach auf den Gedanken, nachzuforschen, ob sich nicht etwa die charakterischen Bestandtheile der Meteore, wie Nickel Kobalt, Phosphor und Magnesium, auch an solchen Orten finden, wo sie vom Boden nicht geliefert werden und auch durch Cultur desselben nicht hinkommen konnten. Das Resultat war, daß von allen solchen Punkten, welche streng jenen Bedingungen entsprachen, der Boden die entschiedensten Spuren der genannten Elemente zeigte.

„Demgemäß würden", so schließt Reichenbach, „die Sternschnuppen der Quell sein, aus welchem uns seit Jahrtausenden und täglich hinfort Phosphor in Säureform und Bittererde zur Befruchtung unserer Felder zugeführt werden, Zeuge des Nickels und des Kobalts, die neben ihnen sich vorfinden. Und man hätte sich dies als einen äußerst feinen Regen, als einen unsichtbaren Duft zu denken, der in äußerst geringer Menge und in höchst feiner Vertheilung ohne Unterlaß sich aus der Atmosphäre auf unsere Meere, Wälder und Gefilde niedersenkt." Sind diese Vermuthungen richtig, so wären hiermit auch die so lange unbeachtet gebliebenen Sternschnuppen zu kaum geahnter Bedeutung für das

gesammte Erdenleben gelangt. Aber greifen denn nicht auch schon die nachweisbar herabgefallenen größern Stein- und Eisenmassen tief ein, nicht blos in die Geschichte der Erde, sondern unmittelbar in die Geschichte der Menschheit selbst? Nicht allein, daß sie den „Naturvölkern" mit dem gediegenen Eisen den Stoff zu friedlichem Hausgeräth geliefert haben, wie den Eskimos, den Jakuten u. a.; auch die Schwerdter der Khalifen und Mongolenfürsten waren aus Meteoreisen gefertigt, und wie haben diese Waffen, zu denen der Himmel selbst das Material gesendet, die „Culturvölker" der Erde nicht durchschüttelt und durchrüttelt!

Nicht minder bedeutungsvoll aber wie für unsere Erdenwelt sind jene unscheinbaren Weltinfusorien vielleicht für die Erhaltung des ganzen Sonnensystems. Da sie uns gelehrt haben, was noch Lichtenberg wegzuscherzen suchte (vgl. Anhang 5): daß sich wirklich Weltkörper andern einverleiben und zu den Zwecken derselben dienen können, so schließen wir wol aus ihrem Herabfallen zur Erde nicht ohne Grund, daß dasselbe auch bei andern Gliedern des Planetensystems geschehen werde, vor allem aber bei der mächtigen Gebieterin in ihm, bei der Sonne, deren gewaltiger Anziehungskraft diese „Weltspäne" gewiß nicht so leicht entschlüpfen können wie jene unzähligen Scharen, die an der Erde vorüberziehen. Liegt also nicht die Vermuthung nahe, jene Weltinfusorien könnten die Nahrung bilden, welche den Lichtproceß der Sonne in ungeschwächter Kraft erhält? Ein solches Licht- und Feuermeer können wir, auch wenn es elektrisch wäre, ohne die kräftigsten chemischen Processe gar nicht denken. Auch vom Standpunkte der mechanischen Wärmetheorie würden wir uns nach dauerndem Zufluß fremder Massen umsehen müssen, durch welche der Verlust an lebendiger Kraft ersetzt wird, den die Sonne durch Licht- und Wärmeausstrahlung unaufhörlich erleidet. Zur Zeit Newton's herrschte noch der Glaube, daß ein Komet mit der Erde zusammenstoßen könne, also auch wol mit der Sonne, zumal gerade damals der große Komet von 1680 sich der Sonne bis auf 34000 Meilen genähert hatte; dagegen war die kosmische Natur der Meteore noch nicht erkannt natürlich also, daß Newton an die Kometen dachte und durch einen

sich stets wiederholenden Sturz kometarischer Massen der Verminderung der Sonnenmasse vorbeugen wollte. Bisjetzt aber spricht keine Thatsache dafür, daß auch die Kometen, ähnlich wie die Meteore, sich wirklich andern Weltkörpern einverleiben; auch scheinen sie, wenn auch vielleicht noch in der Bildung begriffene Himmelskörper, doch schon zu einer gewissen Selbständigkeit gelangt zu sein, vermöge welcher sie in geregelten Bahnen die Sonne umwandeln und selbst dann glücklich an ihr vorübergelangen, wenn sie ihr so überaus nahekommen, wie der große Komet von 1843, welcher noch näher an der Sonne vorbeiging, wie jener von 1680. Da möchten also wol die ungezählten Myriaden der kosmische Meteore, die, wie wir jetzt wissen, die Räume unsers Planetensystems erfüllen, ein geeigneteres Material für die große Erwärmerin liefern; „sie, die wegen der Geringfügigkeit ihrer Masse ihren Zweck kaum in sich tragen, fallen, je näher ihrem Endziele, in immer dichtern Scharen dem Centralkörper zu, nur unendlich wenige treffen in ihrem zerstreutern Laufe die ihnen in den Weg kommenden Planeten. Mag nun die Sonnenmasse durch die Ankömmlinge stetig vergrößert werden, oder mag der chemische Proceß durch den Aether sich des Ueberflusses an Stoff wieder entledigen, wer wollte das heute schon entscheiden!" Diese schon längst gehegten Vermuthungen haben neuen Halt gewonnen, seitdem uns die Spectralanalyse belehrt hat, daß die Sonne in der That ein brennender Körper ist; und das um so mehr, als auch schon die charakteristischen Stoffe der Meteore in der Sonnenatmosphäre wieder erkannt sind, so namentlich Nickel und Kobalt, die steten Begleiter des Eisens in den Meteormassen. „Ich glaube aus meinen Beobachtungen schließen zu dürfen", sagt Kirchhoff S. 13 in den Untersuchungen über das Sonnenspectrum, „daß Nickel in der Sonnenatmosphäre sichtbar ist; ob dasselbe von Kobalt gilt, darüber halte ich mein Urtheil zurück." Und im zweiten Theil der Untersuchungen, S. 230, berichtet er: „Die Wahrscheinlichkeit, daß Nickel in der Sonnenatmosphäre sichtbar ist, ist bedeutend vergrößert durch viele Coïncidenzen, die Hr. Hofmann zwischen Nickellinien und dunkeln Linien des Sonnenspectrums beobachtet hat. Die Frage, ob Kobalt sich

bemerklich macht, ist der Entscheidung nicht näher gerückt, da einige von den Kobaltlinien zwischen C und D und zwischen F und G ihre entsprechenden Fraunhofer'schen Linien haben, andere gleichhelle aber nicht." Von großer Wichtigkeit für die Entscheidung dieser Fragen wird ohne Zweifel die spectralanalytische Untersuchung der Corona und Protuberanzen bei künftigen totalen Sonnenfinsternissen werden. Denn betrachtet man die photographischen Bilder der Corona mit den Protuberanzen und Lichtbüscheln, welche Warren de la Rue und Plantamour bei der Sonnenfinsterniß am 18. Juni 1860 gewonnen haben, und vergleicht man die verschiedenen Berichte der Beobachter über diese wunderbaren Lichterscheinungen (in Heis' Wochenschrift, 1860, 1861, sind sie zusammengestellt), so kann man sich des Gedankens nicht erwehren, daß einige derselben wirklich mit Meteorfällen im Zusammenhang stehen. Das Zodiakallicht ist nun zwar auffallenderweise bei dieser Sonnenfinsterniß nicht wahrgenommen worden, dennoch aber die Vermuthung Littrow's nicht ganz von der Hand zu weisen, durch welche er die Meteore mit diesem und durch dasselbe wiederum mit den Lichterscheinungen an der Sonne in Verbindung bringt. Seite 333 seiner „Wunder des Himmels" (fünfte Ausgabe) sagt er: „Aus dem nachgewiesenen Vorhandensein großer Massen kosmischer Materie in den Räumen unsers Sonnensystems und eines alles durchdringenden, Widerstand leistenden Mediums ergibt sich mit Nothwendigkeit, daß sich von allen Seiten langsam, aber unaufhaltbar ein unermeßlicher Strom wägbarer Substanzen der Sonne zuwälzt, der bei der Annäherung an den gemeinschaftlichen Mittelpunkt immer dichter und dichter werden muß. Die Vermuthung liegt deshalb nahe, daß das Zodiakallicht, jener blasse, nebelige Schein, der in ungeheuern Dimensionen die Sonne umgibt, sein Dasein solcher zusammengedrängten kosmischen Materie verdankt (eine Vermuthung, die schon Cassini aussprach; vgl. oben S. 408, und Kosmos, I, 412), zu deren ringförmiger Anordnung es im Weltall mehr als eine Analogie gibt, und deren innerste Partien eben im Zusammenstürzen mit dem Centralkörper begriffen sind, indem aus ihnen beständig ganze Schwärme winziger Himmelskörperchen auf ihn mit unglaublicher

Geschwindigkeit herabfallen. Erinnern wir uns nun noch an die sonderbare Lichterscheinung (plötzliches Auflodern intensiv leuchtender Punkte in einer ausgedehnten Fleckengruppe), die Hodgson und Carrington am 1. Sept. 1859 auf der Sonnenscheibe wahrnahmen, so drängt sich unwillkürlich die Vermuthung auf, daß diese Männer einem Meteoritenfalle auf die Sonne zugesehen haben, der dort unter einer so intensiven Lichtentwickelung vor sich geht, daß sie selbst auf eine Entfernung von 20,000000 Meilen sichtbar wird."

Wenn nun Littrow schließlich noch die Frage aufwirft, ob in solchen Vorgängen nicht auch die Ursache der Sonnenfackeln und Sonnenflecken zu suchen sei, so scheint in der That ein derartiger Zusammenhang um so wahrscheinlicher, als jetzt kaum noch zweifelhaft ist, daß uns die Fackeln und Flecken der Sonne bei totalen Finsternissen als „Feuerzungen" (Protuberanzen) sichtbar werden. Bei der Finsterniß vom 18. Juli 1860 erschienen sie nach der Schilderung Secchi's wie Flammen, deren Spitzen hoch über den Mond emporschlugen. Noch größer wird diese Wahrscheinlichkeit durch das, was die Untersuchungen Weber's in Peckeloh über den Zusammenhang der Fackeln und Flecken ergeben haben: daß kein Flecken ohne vorangehende Fackelnbildung auftritt; daß sie auch den zartesten Körpern nicht fehlen; daß durch sie nicht nur ihre Größe und Dauer, sondern auch ihre Ortsveränderungen bedingt werden; daß sie endlich den größten Antheil an dem fleckenartigen Aussehen der Sonne haben. Sie sind in der That als die Geburtsstätte aller Flecken, aber auch — und bezeichnender kann man es nicht geben — als ihre Grabhügel zu betrachten (vgl. Heis' Wochenschrift, 1863, S. 301).

Gerade so, sollte man meinen, müßten sich die Erscheinungen darstellen, wenn sich Scharen von Meteoriten in das wogende Feuermeer der Sonne stürzen, das sich nach Weber's neuesten Beobachtungen in unaufhörlichen Aufwallungen befindet. (Vgl. Heis' Wochenschrift, 1866, S. 38.) Auch die Periodicität der Sonnenflecken würde dann in der ähnlichen Periodicität der Sternschnuppenfälle an unserer Erde eine Erklärung finden. Vielleicht, daß noch

irgendeine Beziehung zwischen beiden Erscheinungen entdeckt wird. Auffallend ist, daß der großartige Sternschnuppenfall von 1833 mit einem Minimum der Sonnenflecken zusammentraf, und daß die Periode jenes Phänomens (33 Jahre, vgl. oben S. 405) gerade das Dreifache der Periode der Sonnenflecken (11 Jahre) ist, sodaß 1867 wiederum ein Maximum der November-Sternschnuppen mit einem Minimum der Sonnenflecken zusammenfällt.

Werden nun diese Vermuthungen durch künftige Beobachtungen und Untersuchungen bestätigt, dann ist den kosmischen Meteoren wol noch nicht ihr volles Recht geschehen, als man sie von Angehörigen der Erde, wie, um sie nicht allzu weit hinauszurücken, zunächst nur zu Gliedern des Planetensystems machen wollte; vielmehr gewinnt alsdann die andere Meinung größere Wahrscheinlichkeit, welche kein Bedenken trug, sie in den weiten Räumen der Fixsternwelt sich umhertummeln zu lassen. Denn gleicher Nahrung wie unsere Sonne bedürfen dann auch wol die unzähligen andern Sonnen der Himmelsräume, deren ungeheuere Abstände — „leere Wüsten", wie Littrow die Räume zwischen den Fixsternen nannte — dann mit diesen Weltinfusorien erfüllt zu denken wären. Ueber den Einwand, daß so fern von uns sich nicht dieselben Elemente finden würden wie auf unserer Erde, hat uns die Spetralanalyse durch Erforschung des stofflichen Inhalts dessen, was in den Fixsternen verbrennt, hinweggeholfen. (Vgl. Anhang 3.)

Gehören sie aber jenen Räumen an, könnten sie dann nicht wirklich, was schon Chladni für möglich erklärte, „Weltsplitter", Bruchstücke abgestorbener Welten sein, die ihre Asche in den Weltraum streuten? Könnten sie dann nicht vielleicht mit jenen plötzlich auflodernden und bald wieder erlöschenden Sonnen in näherm Zusammenhange stehen, als man bisher ahnte, und somit diese untergegangenen Welten mit unserer Sonne, ja, mit uns selbst in Verbindung bringen? Solchen Weltsplittern begegnet dann unser Sonnensystem unaufhörlich auf seiner Bahn durch die Fixsternwelt, nimmt sie in sich auf und verwendet sie zu seinen Zwecken, sei es für die Lebensprocesse der Planeten, sei es zur Erhaltung des Licht- und Feuerherdes der Sonne, wobei es immerhin möglich

bleibt, daß sie, in die Fangsphären des Sonnensystems gerathend und durch die Gravitationskräfte zu planetarischer Umkreisung gezwungen, nun hier jene Ringe und Zonen bilden, deren Dasein kaum noch zweifelhaft ist; nur daß sich dieselben alsdann fortwährend aus dem Weltraum rekrutiren und so den Abgang unaufhörlich ersetzen werden, den ihre Reihen durch das Niederfallen auf Sonne und Planeten unaufhörlich erleiden. Vielleicht aber bilden die Ströme dieser kosmischen Meteore dann nicht geschlossene Ringe, sondern Spiralen, welche sich durch die Räume des Planetensystems hinwinden und über diese hinausreichen in die Fixsternwelt. Denn wie sie uns gelehrt haben, daß unsere Erde in unmittelbarer Verbindung steht mit Außerirdischem, so ist auch kein Zweifel, daß ebenso wenig das Sonnensystem selbst wie mit einer Mauer gegen den Weltraum abgeschlossen ist; scheinen doch auch die meisten Kometen aus unbekannten Regionen der Fixsternwelt in unser Sonnensystem zu gelangen, um theils dauernde Eroberungen unsers Planetensystems zu bleiben, wie bei den rückläufigen Kometen von einigen Astronomen angenommen wird, theils nach temporärem Besuch in unserm Sonnensystem auf hyberbolischer Bahn zurückzukehren, woher sie gekommen, in die Tiefen der Fixsternwelt.

Hiermit wäre dann durch die Meteore der *kosmische Stoffwechsel*, auf den schon das große Princip des Umsatzes der Kraft, der Wechselwirkung der Naturkräfte, hindeutet, in *materiellster Weise* hergestellt. Die erstarrten, abgestorbenen Welten geben mit ihren Trümmerresten, mit den Meteoriten, die Nahrung her für die noch in voller Lebenskraft dahinwandelnden Sonnen und somit auch für unsere Sonne, deren Licht und Wärme wiederum das ganze Erdenleben ins Dasein ruft, sodaß wir selbst, wenn auch noch so mittelbar (vielleicht aber auch unmittelbarer, als wir für jetzt ahnen), mit verflochten sind in diesen Stoffwechsel, wie wir ja auch, aus Erde geworden und wieder zur Erde werdend, mit unserer Asche Stoff geben zu neuen Bildungen.

Und was hier auf Erden von allem, *was von uns selbst gilt*, es sollte nicht auch Geltung haben für jene Welten, die wir doch nur als *anorganische* Massen zu betrachten pflegen? Wie,

wenn die Kometen, deren wundersame Formenänderungen und Zertheilungen uns vermuthen lassen, daß sie noch in Bildung begriffene Weltkörper sind, wie, wenn sie sich aus der Asche der in Staub zerfallenden Welten auferbauten? Nach allem, was bisher über die scheinbare Nebelmasse der Kometen erforscht ist, kann dieselbe nicht gasförmiger Natur sein*); denn sie läßt das Licht der dahinterstehenden Fixsterne ungebrochen durch und ist überhaupt so eigenthümlicher Art, daß es auf der Erde, wie Mädler bemerkt, ganz an einem Analogon für den Kometenstoff fehlt. Nach Littrow's Ansicht scheint er nur „eine Anhäufung voneinander getrennter Theilchen zu sein". „Vielleicht", sagt derselbe, „sind die einzelnen Körperchen, aus welchen die Kometen bestehen, von einem gemeinschaftlichen Stoffe gar nicht umschlossen und bilden, gleich den oft zur Erde fallenden Schwärmen von Meteorsteinen, nur durch gegenseitige Anziehung größere Complexe."

Ist diese Vermuthung richtig, beständen sie wirklich aus solchem „Himmelssand", der sich um neue Lebenskeime sammelt, sollten alsdann nicht diese wie Fische im Meer das Weltall erfüllenden und aus den weiten Räumen der Fixsternwelt zu uns gelangenden Gebilde eine Kunde bringen von dem, was aus den erloschenen Sternen, aus den in Staub zerfallenen Welten geworden ist? Sollten nicht auch sie den alten Ausspruch des Anaxagoras bestätigen: „daß das Seiende sich weder mehre noch verminderе im Weltall; daß das, was die Hellenen das Vergehen der Dinge nennen, ein bloßes Entmischen sei"; daß die entfesselten Stoffe hier sich zu neuen Bildungen vereinen, dort die Nahrung liefern, welche den Licht- und Lebensproceß der vorhandenen unterhält?

Sind nun alle diese Ahnungen nicht die folgerichtige Con-

*) Nach den neuesten Ergebnissen der Spectralanalyse scheint dies vielleicht doch der Fall. Das Spectrum des Kometen I 1866 hat Huggins zu der Vermuthung geführt, daß der Kern desselben eine mit eigenem Licht leuchtende gasförmige Masse sei, seine Nebelhülle dagegen nur infolge reflectirten Sonnenlichts sichtbar werde. Woraus sie besteht, bleibt freilich ebenso räthselhaft, wie die wahre Natur der Kometen überhaupt. (Vgl. Heis' Wochenschrift, 1866 S. 207.)

sequenz dessen, was uns die Meteore haben erkennen lassen? Liefern uns diese vom Himmel zur Erde niederfallenden kosmischen Stoffe nicht den handgreiflichsten Beweis, daß der Stoffwechsel, welcher die ganze Erdennatur durchdringt und in eine Kette verflicht die Stoffwechsel des Thierreichs, Pflanzenreichs und Steinreichs, daß dieser Stoffwechsel nicht auf die Erde beschränkt ist, daß er hineingreift in den Kosmos, daß sich Himmlisches mit Irdischem zu neuen Bildungen vereint? Sollte der große Kreislauf der Natur auf dieses eine Beispiel beschränkt sein, sollte er nicht die ganze Natur, den ganzen Kosmos durchdringen? Und die Idee, daß wir in den plötzlich aufflammenden und bald wieder erlöschenden Sternen im großen sich wiederholen sehen, was uns die Meteore im kleinen zeigen, sie sollte „abenteuerlich" sein? Freilich sagen uns wol die Astronomen, keine Thatsache spreche hierfür; aber waren nicht auch die Physiker des vorigen Jahrhunderts der zuversichtlichen Meinung: die Thatsache, daß in den zur Erde niederfallenden Meteoren „Weltkörper" in Flammen untergehen, sei falsch, sei physikatisch unmöglich? Und gerade diese nun doch endlich nicht blos als möglich, sondern als wirklich erkannte Thatsache, spricht sie nicht für die Möglichkeit der andern? Allerdings bleibt immerhin denkbar, daß das Aufflammen der neuen Sterne nicht, wie bei den Meteoren, Zerstörung des Sterns selbst, daß es vielmehr nur ein Aufhören seines Lichtprocesses war, der vielleicht in spätern Jahrtausenden von neuem beginnen kann, daß diese also eine uns noch unbekannte Art veränderlicher Sterne sind; aber wenn man diese Meinung als die allein zulässige hinstellt, scheint es da nicht, als mache sich hier noch ein Rest jenes peripatetischen Glaubens an die Unverderblichkeit der Sternenwelt geltend, der, nachdem er die Veränderungen von Licht und Farbe der Gestirne nicht mehr hindern kann, diese wenigstens vor Zerstörung schützen will? Und hat nicht auch deshalb die andere Annahme um so größere Wahrscheinlichkeit, weil sie, ohne mit irgendeinem wissenschaftlichen Erfahrungssatze in Widerspruch zu treten, mit unserer ganzen gegenwärtigen Weltanschauung mehr im Einklang steht

wie jene? Denn wer könnte heute noch darüber im Zweifel sein, wie schon Littrow, die alte Ahnung des Heraklit vom ewigen Fluß der Dinge den Schöpfungsdogmen gegenüberstellend, für diese Meinung anführte: „daß die Schöpfung des Weltalls mit dem gegenwärtigen Bestande nicht abgeschlossen ist, vielmehr noch fortwährend im Himmelsraume, wie auf unserm Planeten Zerstörung des Bestehenden mit Erzeugung des Neuen verbunden ist“.

Von den kleinsten der Himmelskörper ist dies nunmehr gewiß; für die großen und größten wird die Zukunft die Entscheidung bringen, wird durch Beobachtung und Erfahrung feststellen, worauf Natur- und Denkgesetze uns schon jetzt mit Sicherheit schließen lassen. „Stoffwechsel, Fesselung und Entfesselung bezeichnen den ewigen Kreislauf der Elemente, in der unorganischen Natur wie in der belebten Zelle der Pflanzen und Thiere. Die entfesselten Stoffe vereinigen sich zu andern Gebilden, und durch die treibenden Kräfte, welche diesen innewohnen, entkeimt neues Leben, wie dem Schose der Erde, so auch dem Schose des Himmels.“

Geburt und Grab,
Ein ewiges Meer,
Ein wechselnd Weben,
Ein glühend Leben —

das ist das Leben der Erden- wie der Sternenwelt.

5.

Das Leben der Sternenwelt.

Daß es nicht länger genüge, das Sonnensystem lediglich als einen Attractionsversuch zu behandeln, sprach schon Lichtenberg aus; aber wie erschreckt vor dem Gedanken, der sich ihm hierbei unwillkürlich aufdrängte, fügte er schnell hinzu: „Doch hoffe ich, daß niemand aufstehe, der hier mit Lebenskraft in die Quere kommt, und sich etwa die Phänomene des menschlichen Körpers unter einem Mikroskop betrachtet denkt, wo die Blutkügelchen wie Achtundvierzigpfünder in unübersehbaren Strömen zu einem Zwecke hinstürmen, wovon wir nichts begreifen, sich zertheilen, entfärben, ansetzen u. s. w.; und das alles nicht durch das Wort Schwerkraft, sondern durch das Allmachtswort Lebenskraft."

Ist es nicht, als habe er schon geahnt, daß ein Carus nach ihm kommen, daß der „Physiolog" die Anwendung des allgemeinen Lebensbegriffs auf alles Kosmische als nicht minder unabweisbar erklären werde, wie der „Physiker" die Erforschung der physischen Verhältnisse, und daß gerade die Vergleichung der kosmischen Erscheinungen mit den „Phänomen des menschlichen Körpers", des Dahinrollens der im Weltäther schwebenden, Glanz und Farbe ändernden, hier neu aufleuchtenden, dort erlöschenden Sonnen mit dem Dahinrieseln der im Plasma unaufhörlich entstehenden und vergehenden, sich färbenden und entfärben-

den Blutkügelchen das Leben drr Sternenwelt unserer Anschauung näher bringen werde?

Wie als Antwort auf jene Warnung Lichtenberg's dichtet Carus in den Briefen über das Erdleben jenen sinnvollen Traum, wo einem starren Verfechter des Unterschieds zwischen einer lebendigen animalen und vegetabilen Natur und einer todten tellurischen und kosmischen Natur vom Weltgeiste die Anweisung kommt, durch ein im weiten Aether schwebendes Mikroskop zu blicken. Da sieht er dann bald leuchtende, bald erleuchtete Kügelchen in regelmäßigen Rotationen einander umkreisen; er bemerkt dunst- und tropfbar-flüssige Stoffe derselben in regelmäßigen Schwankungen; er sieht, wie sie aufeinander anziehend wirken, wie hier und da ein Kügelchen zerfällt und verstäubt, während an andern Stellen aus nebelhaften Stoffen neue Pünktchen entstehen und nach weitem excentrischen Umherrollen sich zu den gemessenen Kreisen der andern gesellen, sich dort durch Einsaugung nähren und vergrößern und durch Ausscheidung wieder verringern u. s. w.; und alles ruft ihm seine frühern mikroskopischen Beobachtungen über die leuchtenden Seeinfusorien und über die ohne Mund und Eingeweide regelmäßig umherrollenden Kugelthiere so bestimmt zurück, daß er sich schon bereit macht, diese Aetherinfusorien als neue und besondere Sippe in sein System einzutragen. Aber da ertönen ihm nicht ohne Beschämung die seltsamen Worte: „Was du gesehen, war die Bewegung von Sonnensystemen, und während du eine Stunde zu beobachten glaubtest, ist ein Weltenjahr vorübergegangen!“

Und ist es nicht in der That mehr als ein Traumbild der Phantasie, was Carus hier an uns vorübergehen läßt? Hat sich nicht in gleicher Weise vor dem Auge des Geistes bereits zu einem Gesammtbilde zusammengewebt, was sich dem Körperauge vieler einander folgender Geschlechter im Laufe der Jahrhunderte allmählich vom Leben der Sternenwelt enthüllt hat? Ist dem Blicke der Jahrtausende in dem uns sichtbaren Theile des Universums, in diesem „Aethertropfen“ des Alls nicht bereits eine Fülle von Leben offenbar geworden unendlich reicher noch als das Leben im Was-

sertropfen, das sich im Mikroskop vor dem Blicke des Einzelnen enthüllt? Hat sich nicht fast alles, was noch Lichtenberg als Traum der Phantasie wegzuscherzen suchte, inzwischen schon als Wirklichkeit offenbart? Stürmen die Sonnen der Himmelsräume nicht in der That in einem Tempo dahin, gegen welches die Geschwindigkeit eines Achtundvierzigpfünders der Bewegung einer Schnecke gleicht, wenn auch das, was unsern irdischen Begriffen als Dahinstürmen erscheint, in Wahrheit nur eine den Größenverhältnissen der Weltkörper entsprechende Langsamkeit ist? Sehen wir sie nicht sich färben und entfärben? Strahlen hier nicht die einen zu hellerm Glanze auf, während dort andere erlöschen? Lehrt uns nicht das Niederfallen der Meteore, daß wirklich „Weltkörper" sich andern ansetzen, mit diesen verbinden? Und damit nichts fehle von dem, was noch ein Lichtenberg nicht zulassen wollte, hat uns nicht der Biela'sche Komet ein Beispiel gegeben, daß auch Weltkörper sich zertheilen können? Deutet nicht der 1860 in Rio-Janeiro gesehene Doppelkomet auf eine gleiche Zertheilung hin, und wird nun nicht glaubwürdig, was Seneca und die chinesischen Annalen über ähnliche Theilungsprocesse berichten, und was Hevel mittheilt: daß Kysatus und Wendelin den Kern des Kometen von 1618 sich wirlich in mehrere Kerne zertheilen gesehen haben? Ja, haben nicht endlich auch die in neuester Zeit in der Welt der Nebulosen wahrgenommenen Veränderungen bereits Leben und Bewegung in diese anscheinend so todten Regionen gebracht? (Vgl. Abschnitt V.)

Und angesichts aller dieser Erfahrungen und Beobachtungen in der himmlischen Sphäre des Kosmos sollten wir noch Bedenken tragen, die Erscheinungen des Makrokosmos mit den Lebenserscheinungen im Mikrokosmos zu vergleichen und uns hiermit mehr und mehr freizumachen von jener mechanischen Auffassung der Natur, welche die Bewegungen der Weltkörper allem Eigenleben entfremdet glaubt und sie vollständig als die einer Maschine meint construiren zu können; sollten wir nicht den allgemeinen Lebensbegriff ebenso auf die kosmische wie auf unsere eigene Natur anwenden dürfen? (Vgl. S. 43 fg.)

Gewiß hat Carus recht, daß sich der hier angedeutete Gegensatz

der Ansichten weniger schroff entwickelt haben würde, wenn nicht jede uranalogische Erkenntniß von den Bewegungen der Gestirne und all ihren zeitlichen und räumlichen Verhältnissen erst mit so ungeheuerer Arbeit und mit so großen Anstrengungen menschlichen Geistes der Natur hätte abgezwungen werden müssen, während die Lebensverhältnisse der uns näher stehenden organischen Geschöpfe wie die unsers eigenen Organismus fast unmittelbar unserer Erfahrung sich aufdrängten.

Jetzt aber, nachdem sich dem Auge der Jahrtausende alle jene Bewegungen und Veränderungen in der siderischen Sphäre des Kosmos enthüllt haben, die wir oben (Abschnitt II und III) an uns haben vorübergehen lassen, jetzt ist es kaum noch möglich, „das Lebensprincip zu verkennen, welches in den Wandlungen des Kosmos durchaus ebenso sich offenbart wie in der zartesten einzelnen organischen Entwickelung".

„Die träge Ruhe der Sternenwelt", so schildert mit lebendigen Farben Flammarion, „ist mit der Schule der Peripatetiker zu Grabe gegangen; ihre ruhelosen Bewegungen sind offenbar geworden. Alles schreitet fort in ihr, alles gestaltet sich um; alles strahlt Bewegung und Leben. Aus der Ferne betrachtet, mit dem forschenden Blick des von Zeit und Raum absehenden Philosophen angeschaut, erscheint das All als ein riesenhaftes Ganzes, dessen strahlende Sonnen, glänzende Planeten, flammende Kometen und sämmtliche im Aether schwebende Schöpfungen einander unaufhörlich durchkreuzen, suchen, folgen, in rastloser Bewegung auf ihren verschiedenen, durch allseitige Wechselbeziehungen geregelten Bahnen dahintreibend. Dort wohnt Leben, nicht Tod; Bewegung, nicht Ruhe; Licht, nicht Finsterniß; Harmonie, nicht Schweigen; allmähliche Umwandlung aller Dinge, nicht Regungslosigkeit und Unthätigkeit."

Und wir sollten nicht versuchen, das Band zu finden, welches alle diese Erscheinungen verknüpft; nicht streben, in den Causalzusammenhang derselben einzudringen und hiermit ein Gesammtbild von dem zu gewinnen, „was in unerschöpflicher Fülle das Seiende, das Werdende, das Geschaffene uns offenbart"?

Ist auch dieses Bild selbst ein ewig werdendes, macht auch die

Unvollendbarkeit aller Empirie, die Unbegrenztheit der Beobachtungssphäre „die Aufgabe, das Veränderliche der Materie aus den Kräften der Materie selbst zu erklären, zu einer unbestimmten" — eine jede Zeit hat den Beruf und die Pflicht, zur Lösung derselben ihren Beitrag zu liefern, vor allem dann, wenn, wie in unsern Tagen, völlig neue Beobachtungen und Erfahrungen den Gesichtskreis erweitert, wenn neugeschaffene Organe neue Erkenntnisse möglich gemacht haben.

Greifen dann auch wiederum die Ahnungen der Erkenntniß selbst vor, suchen wir in kühnen Hypothesen zu errathen, was Erfahrung und Beobachtung noch nicht dargethan haben: solche voraneilenden Ahnungen und Hypothesen sind nothwendig, wenn die Wissenschaft weiter schreiten soll; sie regen die Forschung an und führen zur Bestätigung oder Widerlegung und hiermit zum Fortschritt der Erkenntniß. Diese selbst aber dringt, dem Gesetz aller Entwickelung entsprechend, nur Schritt für Schritt vor. Mochten daher auch schon die italienischen Naturphilosophen wähnen, mit dem Begriff des Lebens das ganze Universum bezwingen zu können; drängt auch heute wiederum, durch bessere Erfahrungen unterstützt, alles darauf hin, den allgemeinen Lebensbegriff auf die kosmischen Erscheinungen zu übertragen und an eine Physiologie des Kosmos zu denken: wir können nun einmal keine Stufe der Entwickelung überspringen. Die zuerst in den menschlichen Gesichtskreis tretenden Bewegungen der Himmelskörper ließen die Mechanik des Himmels geboren werden; die neuerdings offenbar gewordenen Licht- und Farbenwechsel der Gestirne und die Ergebnisse der Spectralanalyse haben die Physik des Himmels ins Leben gerufen; erst wenn diese zur weitern Ausbildung gelangt sein wird, wird die Erkenntniß des innern Zusammenhangs beider möglich werden, wird aus ihrer Verschmelzung eine Physiologie des Kosmos hervorgehen.

Wo wir in diesem Augenblicke stehen, wie sich jetzt erst neben der Mechanik die Physik des Himmels zu erheben beginnt, das läßt uns die schon oben (vgl. Note 162, 137) erwähnte Theorie Zöllner's erkennen, welche im Anschluß an die Hypothese von Kant

und Laplace, unter Verwerthung der neuesten Ergebnisse der Spectralanalyse und Photometrie, alle Veränderungen, die wir an den Himmelskörpern wahrnehmen (mit Ausnahme der Ortsveränderungen), lediglich als verschiedene Stadien ein und desselben Entwickelungsprocesses darzustellen versucht.

Um diesen Versuch richtig zu würdigen, müssen wir uns kurz ins Gedächtniß rufen, an welche ihm vorausgegangene Ideen er anknüpft, müssen wenigstens einen kurzen Rückblick auf die Bestrebungen werfen, durch welche die Menschheit die seit den Tagen des Kopernicus in immer größerer Fülle und Mannichfaltigkeit sich offenbarenden Erscheinungen in der Sternenwelt zu einem Gesammtbilde zusammenzufassen und deren Causalzusammenhang zu erahnen versucht hat, wenn es auch den folgenden Abschnitten vorbehalten bleiben muß, diesen Entwickelungsproceß, mit welchem eine neue Weltanschauung aufsteigt auf den Trümmern der alten, in seinem Zusammenhang mit der Gesammtentwickelung vollständiger und eingehender zu verfolgen (vgl. S. 33 u. 325).

Nur selten pflegt man daran zu denken, daß von jenem wunderbaren Reichthum, von jenen lebenkündenden Bewegungen und Veränderungen in der Sternenwelt, die wir oben geschildert haben, vor wenigen Jahrhunderten auch noch nicht das mindeste bekannt war. Noch Kopernicus beginnt sein unsterbliches Werk mit den Worten: „Principio advertendum nobis est, globosum esse mundum", steht also noch vollständig auf dem Standpunkt der alten aristotelischen Weltanschauung, noch ohne alle Ahnung davon, daß er selbst durch seine große That dieses „kugelförmige Weltall" für immer vernichtet hatte. Anknüpfend an Aristoteles meint auch er noch: „Prima et extrema omnium, est stellarum fixarum sphaera, se ipsam et omnia continens ideoque immobilis." Das ist alles, was er von der Fixsternwelt weiß.

Aber schon der begeisterte Kopernicaner, der große Ketzer Giordano Bruno, zieht kühn die Consequenzen des kopernicanischen Systems und wagt zu erahnen, was noch kein sterbliches Auge geschaut, noch keine Beobachtung und Erfahrung gelehrt hatte, vertrauend auf das, was er sein „lume interno, ragione naturale, altezza dell'

intelleto" nennt. Wie die Erde um die Sonne, so schwebt auch schon die Sonne selbst, umschwingend um ihre Axe, vor seinem Geistesauge mit dahin im allgemeinen Sternenreigen; „auch die fest geglaubten Fixsterne sind Sonnen, sie scheinen uns nur Punkte wegen der ungeheuern Entfernung, in der wir sie erblicken; ebendeshalb sehen wir auch ihre Planeten nicht, dürfen dieselben aber sicher vermuthen; unzählige solcher freischwebenden Sonnen erfüllen den unendlichen Raum und nehmen, ihre angemessene Entfernung bewahrend, theil an dem Gesammtleben des Kosmos; sowenig aber wie die Erde ist irgendeine von ihnen Mittelpunkt des Alls; das Unendliche hat keinen Mittelpunkt oder hat ihn überall".

Vergebens, daß die durch solche „Irrlehren" in ihren Grundfesten erschütterte Kirche den Ketzer mit seinen Visionen dem Flammentode übergab, „ut quam clementissime et citra sanguinis effusionem puniretur"; schon wenige Jahre nach seinem Tode sollte der große Eroberungszug beginnen, der alle jene prophetischen Verheißungen allmählich zu Wirklichkeit werden ließ; sollte durch Galilei nun geschehen, was Plinius schon vom Anaximander sagte: „rerum fores aperuisse", sollte sein Fernrohr „die Thore des Himmels" eröffnen, sollten die Teleskope nach Baco's treffendem Vergleich die Schiffe werden, welche den Blick des Menschen hinübertrugen in ein unbekanntes Weltenmeer.

Immer reicher und wunderbarer entfaltete sich nun vor dem bewaffneten Auge die Sternenwelt, immer unübersehbarer wurde mit der fortschreitenden Kraft der Fernröhre die Fülle und Mannichfaltigkeit ihrer Gestaltungen. Rathlos aber stand man lange Zeit hindurch vor dem Gewirre dieser neuerschlossenen Welt. Noch am Ende des Jahrhunderts (1698) weiß uns der „Weltbeschauer" von Huyghens noch immer nicht mehr zu sagen, als daß die Fixsterne Sonnen sind von Planetensystemen umgeben und in gleichen Abständen voneinander durch den Weltraum vertheilt; ja noch in der Mitte des 18. Jahrhunderts erklärt, ähnlich wie Kant (vgl. S. 203), auch Lambert in der Vorrede zu den „Kosmologischen Briefen": „So emsig die neuern Astronomen sind, unser Sonnensystem in Ordnung zu bringen und jedem Kometen seine

Laufbahn anzuweisen, so wenig hat man es noch gewagt, etwas Wahrscheinlicheres über die Ordnung und Anlage der Fixsterne zu finden. Wir erwarten noch die Kopernicus, Kepler und Newton für den ganzen Weltbau." Es entsprach dies dem Gesetz der allmählichen Entwickelung, welchem gemäß die wahre Ordnung des Sonnensystems gefunden sein mußte, bevor man zur Erforschung der Ordnung der Fixsternwelt vorschreiten konnte, wie es ihm nicht minder entspricht, daß wir nunmehr wiederum, wie einst im griechischen Alterthum, die Speculation der Beobachtung voraneilen, daß wir die Denker und Philosophen die Umrisse des neuenthüllten Weltgebäudes zeichnen sehen, lange bevor es möglich war, denselben auf dem sichern Wege der Messung und Beobachtung Halt und Begründung zu geben. Es ist vollkommen zutreffend, was Lambert damals sagte: „In Ansehung des ganzen Weltbaues scheinen wir dermalen das zu sein, was vor Zeiten Pythagoras, Philolaus, Aristarchus, Niketas und andere griechische Weltweisen in Absicht auf unser Sonnensystem waren." Er selbst und Kant wurden dies jetzt für das Weltsystem, indem sie die neuen Vorstellungen vom Weltbau schufen, die an Stelle des pythagorisch-aristotelischen Weltgebäudes treten sollten.

Wie einst die griechischen Philosophen nach Analogie des scheinbaren Himmelsgewölbes die Sphärenhimmel dichteten, so bauen jetzt Kant und Lambert das Weltgebäude nach Analogie des Planetensystems auf.

Von der inzwischen erkannten wahren Ordnung des Sonnensystems ausgehend, betrachtet Kant „die Fixsterne nicht als ein ohne sichtbare Ordnung zerstreutes Gewimmel, sondern als ein System, welches mit einem planetischen die größte Aehnlichkeit hat, sodaß, gleichwie in diesem die Planeten sich einer gemeinschaftlichen Fläche (der Ekliptik) sehr nahe befinden, auch die Fixsterne sich in ihren Lagen auf eine gewisse Fläche, die durch den ganzen Himmel muß gezogen gedacht werden, so nahe als möglich beziehen und durch ihre dichteste Anhäufung zu derselben denjenigen lichten Streifen darstellen, welcher die Milchstraße genannt wird". So wird ihm die ganze, von der Milchstraße umschlossene Fixsternwelt

zu einem systematischen Ganzen, und mit bewundernswerther Kühnheit des Gedankens wagt er zu erahnen, daß die damals noch unaufgelösten Nebelflecken, von welchen ihm nur die sechs im Halley'schen Sternverzeichniß von 1716 aufgeführten bekannt waren, ähnliche Milchstraßensysteme fern jenseit des unserigen seien, „die vielleicht wiederum als Glieder in der großen Kette der gesammten Natur in Beziehungen und Verbindungen stehen, welche ein neues, noch größeres System ausmachen. Wir sehen eben nur die ersten Glieder eines fortschreitenden Verhältnisses von Welten und Systemen, und schon der erste Theil dieser unendlichen Progression gibt zu erkennen, was man von dem Ganzen vermuthen soll".

In ähnlicher Weise, nur auf mehr mathematischer Grundlage, baut auch Lambert das Weltsystem nach Analogie des Planetensystems auf; nur daß er nicht sofort, sondern erst durch eine Reihe von Zwischengliedern von diesem zur Milchstraße aufsteigt. *)

---

*) Im Abschnitt V werden wir näher hierauf eingehen; nur in Betreff der Note 45 aufgestellten Vermuthung, daß Lambert durch Mayer's Beobachtungen zu seinen Speculationen über die Doppel- und mehrfachen Sterne angeregt worden sei, müssen wir schon hier bemerken, daß, wie wir nachträglich finden, Lambert in der Vorrede zu den „Kosmologischen Briefen" (S. XVII) selbst sagt, daß ihm dieselben erst später bekannt geworden seien. Um so bewundernswürdiger aber erscheinen seine Speculationen über die Bewegungen von zwei und mehrern Sternen, ja ganzer Sternsysteme um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt (Kosmologische Briefe, S. 307). Wenn er nichtsdestoweniger einen „dunkeln Regenten" als Centralkörper in deren Mitte stellt, so war es hauptsächlich die Analogie des Planetensystems, die ihn hierzu bewog. Merkwürdig ist die Hoffnung, die er S. 161 ausspricht, daß man dereinst die Existenz und den Ort des dunkeln Centralkörpers unsers Fixsternsystems aus den Störungen in den Bewegungen unserer Sonne und ihres Systems werde nachweisen können. Es ist dieselbe Idee, welche hundert Jahre später in Bessel wieder auflebt und durch ihn nun zwar nicht zur Auffindung eines dunkeln Regenten im Sinne Lambert's, aber in der That zur Errechnung einer dunkeln Sonne führt. (Vgl. S. 95 und Note 13.)

Lambert also ist der eigentliche Vater dieser großartigen Idee. Er wagt die Errechnung unbekannter Sonnen schon zu einer Zeit für möglich zu halten, als von der Bewegung der Sonne und Fixsterne fast

Was beide in solcher Weise, entblößt von eigener Anschauung und Erfahrung, über die Ordnung der Fixsternwelt, über abgesonderte Milchstraßensysteme und ferne Nebel- und Sterneninseln durch Speculation zu errathen gewagt, das gewinnt bald darauf durch die kosmischen Eroberungszüge W. Herschel's eine wunderbare Bestätigung. Ein echter Mehrer und Ordner des himmlischen Reichs, bringt dieser unsterbliche Forscher mit der Wunderwelt der Nebulosen erst das eigentliche Material für den neuen Weltbau in den Gesichtskreis der Menschheit, und mit der Erkenntniß der Doppel- und mehrfachen Sterne zugleich die innere Gliederung desselben enthüllend, legt er auf dem Wege der Beobachtung und Messung die sichern Grundlagen für jene neue Weltanschauung, die nunmehr an Stelle der alten tritt. (Vgl. Abschnitt V.)

Was aber hier besonders in Betracht kommt: seine Forschungen geben auch den Ideen neuen Halt, durch welche die Denker vor ihm das Entstehen und Vergehen der Welten zu erklären versucht hatten.

Schon das Erscheinen der neuen Sterne hatte Tycho und Kepler die Ahnung aufgedrängt, daß dieselben aus dem im Weltall ver-

---

noch gar nichts bekannt war; während die ähnlichen Ideen Kant's und Clairaut's (vgl. Note 12 und 17) nicht nur später waren — denn Lambert begann seine Speculationen schon 1749 —, sondern sich auch nur auf das Planetensystem bezogen.

Auch zu Note 54 wird hier die Bemerkung am Platze sein, daß die Erkenntniß der Spiralbewegung der Weltkörper nicht erst den letzten Decennien angehört, wie Carus meint (Natur und Idee, S. 126), daß vielmehr schon Lambert (Kosmologische Briefe, S. 260) umständlichst auseinandersetzt, wie der Mond nur dann eine Ellipse um die Erde beschreiben würde, wenn die Erde stillstände, daß aber diese Ellipse durch die Bewegung der Erde um die Sonne zu einer Cykloidallinie, durch die Bewegung der Sonne zu einer Cycloide zweiten Grades u. s. w. werden müsse, sodaß z. B. unsere Erde, „wenn der Körper, der die ganze Schöpfung um sich lenkt, vom 1000sten Range wäre, eine Cykloide vom 998sten Grade beschreiben würde. Wer aber", fragt Lambert, „wird die Natur dieser Cykloide und ihre tausendfachen Wendungen bestimmen können?"

breiteten Weltdunst entstanden seien. In den an die Ideen des Klazomeniers anknüpfenden Wirbeltheorien des Descartes blickt dann schon der Gedanke durch, aus den gleichsinnigen Umlaufbewegungen der Weltkörper die Bildung des Universums zu erklären. Als dann durch Newton an Stelle jener Wirbeltheorien das Gesetz der Gravitation getreten war, bringt Kant dieses mit den Lehren der alten Atomiker in Verbindung und bildet jenen „mechanischen Lehrbegriff", welcher „die Bildung aller Himmelskörper, die Ursache ihrer Bewegungen, kurz, den Ursprung der ganzen gegenwärtigen Verfassung des Weltbaues" erklären soll; da, wie er glaubt, „nächst den Gesetzen, nach welchen der Weltbau in der Verfassung, darin er ist, besteht, vielleicht keine andern in der ganzen Naturforschung solcher mathematischen Bestimmungen fähig seien als diejenigen, nach welchen er entstanden ist". Wie Lucrez und dessen Vorgänger Epikur, Leukipp und Demokrit, an welche er ausdrücklich erinnert, geht er von der Annahme aus: „daß alle Materien, daraus die Kugeln, die zu unserer Sonnenwelt gehören, alle Planeten und Kometen bestehen, im Anfang aller Dinge in ihren elementarischen Grundstoff aufgelöst den ganzen Raum des Weltgebäudes erfüllt haben, darin jetzt diese gebildeten Körper herumlaufen". Durch Zusammenwirken der Anziehungs- und Zurückstoßungskraft, „zwei Kräfte, welche beide gleich gewiß, gleich einfach und zugleich gleich ursprünglich und allgemein sind", läßt er kreisförmige und Wirbelbewegungen der vorhandenen Materie entstehen. Ein Theil der Materie sammelt sich, allmählich dichter werdend, um ein Attractionscentrum, die spätere Sonne. Auf diese Art bildet sich eine ungeheuere rotirende Dunstkugel mit verdichtetem Kern, die sich infolge der Centrifugalkraft mehr und mehr abplattet, bis sie zuletzt eine flache linsenförmige Gestalt annimmt. In ihr fängt nun die Entwickelung der einzelnen Planeten nach denselben Gesetzen an, nach denen sich aus der ursprünglichen größern Nebelmasse das ganze Sonnensystem als zusammenhängende Nebelkugel bildete.

Von zwei Seiten her gewinnt diese Hypothese eine Bestätigung. Die Durchmusterung von mehr als drittehalbtausend Nebelflecken und Sternhaufen drängt W. Herschel die Ueberzeugung auf, daß es

unausgebildete Nebelmassen im Weltall gibt; in den verschiedenen Formen und Gestaltungen der am Himmel sichtbaren Nebelflecken, planetarischen Nebel und Nebelsterne erkennt er eine Reihe fortschreitender Bildungen und stellt jene glänzenden Ideen über die allmähliche Umbildung der im Weltraum zerstreuten Nebelmaterie zu festen Weltkörpern auf, welche mit der Hypothese Kant's vollständig übereinstimmten. Andererseits gelangt Laplace, von denselben Grundlagen ausgehend wie Kant, jedoch ohne dessen Naturgeschichte des Himmels zu kennen und nur mit den Hypothesen seiner Landsleute Descartes und Buffon vertraut, fast genau zu derselben Theorie der Planetenbildung, nur daß die Hypothese in der Hand des großen Mathematikers eine vollkommenere, auf die Gesetze der Mechanik gestützte Entwickelung erlangt. Verschieden von Kant setzt er die Rotation der Dunstkugel, aus welcher das Sonnensystem entstanden ist, als gegeben voraus. In dieser nimmt er Ringe an, die bei ursprünglich vorhandener Rotation durch die Centrifugalkraft hervorgerufen wurden. Aus solchen Ringen, wie sie das System des Saturn noch jetzt zeigt, läßt er durch Condensation die Planeten als Mittelpunkte zweiter Ordnung entstehen und deren Monde wiederum auf analoge Weise.

Durch den Versuch Plateau's mit der in Drehung versetzten Oelkugel schien diese Hypothese eine ebenso augenscheinliche Bestätigung im kleinen zu finden wie durch W. Herschel's Durchforschung des gestirnten Himmels im großen, und mehr und mehr gewann die Vorstellung Eingang, daß, „wie wir in unsern Wäldern dieselbe Baumart gleichzeitig in allen Stufen des Wachsthums sehen, und aus diesem Anblick, aus dieser Coexistenz den Eindruck fortschreitender Lebensentwickelung schöpfen, sowie auch in dem großen Weltgarten die verschiedensten Stadien allmählicher Sternbildung vor uns haben; daß der Proceß der Verdichtung, den Anaximenes und die ganze ionische Schule lehrte, hier gleichsam unter unsern Augen vorzugehen scheint".

Indeß schon der große Sohn William Herschel's wendete ein, daß, solange nicht durch unmittelbare Beobachtung Veränderungen an einem oder einigen Nebeln nachge-

wiesen seien, alle kosmologischen Gründe, die sich auf jene Reihenfolge der Gestaltungen stützen, dem Einwurf ausgesetzt seien, „daß, so unzweideutig auch eine Stufenfolge zwischen einer großen Anzahl gleichzeitig existirender Individuen hergestellt werden möge, man dadurch noch keinen Grund zu dem Glauben erhält, daß jedes Individuum durch alle Stufen gegangen sei oder gehen könne, überhaupt in einem Zustande allmählichen Fortschreitens sich befinde".

Als nun auch die mächtigen Fernröhre der Neuzeit immer größere Mengen von Nebelflecken in Sternhaufen auflösten, wendeten sich die Vorstellungen wiederum dem alten Stabilitätsprincip zu. Aus demselben Grunde wie einst Aristoteles (vgl. S. 223), „weil sich heute noch alles mit dem übereinstimmend am Himmel finde, was die ältesten Quellen über den Stand desselben erkennen lassen", meint nun wieder Lamont: „daß das Weltgebäude, nach Beendigung einer etwa (?) stattgehabten Bildungsperiode, schon längst in den Zustand des Gleichgewichts, des gesetzmäßigen Wirkens, der alles erhaltenden Ordnung *), übergegangen sei", und Mädler fügt dem hinzu: „Allerdings wird es der Folgezeit, und wahrscheinlich einer sehr späten, überlassen bleiben müssen, zwischen diesen verschiedenen Ansichten zu entscheiden. Aber schon jetzt kann man nicht umhin, sich von den Theorien einer unaufhörlichen ziellosen **) Metamorphose abzuwenden und einzugestehen, daß noch keine einzige feste geschichtliche Thatsache sich zu Gunsten derselben ausspricht."

Da beginnt schon jetzt sich zu erfüllen, was John Herschel forderte: an den Nebeln werden Veränderungen entdeckt. Zugleich treten die Licht- und Farbenänderungen der Fixsterne in immer größerer Menge in den Gesichtskreis; und als nun die große Entdeckung der Spectralanalyse zu dem Ergebniß führt, daß einzelne Nebulosen „glühende Gasmassen" sind, daß die Fixsterne dagegen sich bereits im glühend flüssigen Zustande befinden, da muß-

*) Was wir im Gegensatze hierzu unter „alles erhaltender Ordnung" verstehen, haben wir oben (S. 317 und 421) angedeutet.

**) Erinnert dieses „ziellos" nicht unwillkürlich an das „zweck- und nutzlos" von Nik. Fuß oder an das „physiquement impossible" von Bertholon? (Vgl. S. 75 und 395.)

ten die Hypothesen von Kant und Laplace, mußten die ahnungsvollen Ideen W. Herschel's von neuem in den Vordergrund treten.

An diese anknüpfend sehen wir denn nun auch sofort Zöllner den Versuch machen, alle jene Veränderungen, die wir an den Himmelskörpern wahrnehmen, jenen ganzen obengeschilderten Reichthum der Sternenwelt durch eine Theorie zu erklären, welche die verschiedenen Erscheinungen als verschiedene Stadien ein und desselben Entwickelungsprocesses darzustellen versucht.

Von der Annahme ausgehend, daß die allgemeinen Eigenschaften der Materie im ganzen Weltraum die gleichen seien, glaubt er unter Voraussetzung einer ursprünglich glühenden und rotirenden Dunstmasse, welche die wesentlichen der uns bekannten Stoffe im gasförmigen Aggregatzustande enthält, fünf Perioden oder Entwickelungsphasen eines Weltkörpers annehmen zu dürfen:

1) die Periode des glühend-gasförmigen Zustandes;
2) die Periode des glühend-flüssigen Zustandes;
3) die Periode der Schlackenbildung oder der allmählichen Entwickelung einer kalten nicht leuchtenden Oberfläche;
4) die Periode der Eruptionen oder der gewaltsamen Zersprengung der bereits kalten und dunkel gewordenen Oberfläche durch die innere Glutmasse;
5) die Periode der vollendeten Erkaltung.

Die verschiedenen Erscheinungen, welche die Weltkörper in diesen verschiedenen Entwickelungsphasen darbieten müssen, finden sich sämmtlich am Himmel vertreten.

In der ersten Periode befinden sich die planetarischen und einige andere Nebel, welche im Spectroskop helle Linien zeigen. Diejenigen Nebelmassen, in denen bereits ein oder mehrere schwache Sternchen wahrnehmbar sind, bilden, als die Anfänge der stattgefundenen Condensation, den Uebergang zur zweiten Periode. „Es ist bemerkenswerth“, hebt Zöllner hervor, „daß sich bei diesen, außer der hellen Linie, welche von der glühenden Gasmasse ausging, auch noch ein feines Absorptionsspectrum mit dunkeln Linien zeigte, welches, je nach der Intensität des im Nebel vorhandenen Sternes, mehr oder weniger deutlich war.

Die zweite Periode, in welcher die Massen in den glühendflüssigen Zustand übergegangen sind, umfaßt die große Mehrzahl der uns sichtbaren Fixsterne, welche noch keine für uns wahrnehmbaren Helligkeitsveränderungen gezeigt haben. Daß indeß der Begriff der Unveränderlichkeit nur ein relativer und lediglich auf die kurze Spanne Zeit unserer Beobachtungen und die Unvollkommenheit unserer photometrischen Hülfsmittel beschränkter ist, erscheint auch Zöllner nicht zweifelhaft. (Vgl. oben S. 276.) Mit der fortschreitenden Abkühlung und der beginnenden Schlackenbildung treten die Weltkörper in ihre dritte Periode. Bei den entferntern Fixsternen werden hierdurch erst dann merkbare Intensitätsänderungen hervorgerufen werden, wenn die Schlackenbildung bereits eine sehr vorgeschrittene ist. Dagegen gestattet uns die Nähe und Größe der Sonne, die ersten Anfänge des Schlackenbildungsprocesses und somit den Uebergang zur dritten Periode direct zu beobachten. Diese Anfänge, meint Zöllner, kündigen sich unsern Blicken durch das Erscheinen kleiner, relativ dunkler Stellen an, welche an kältern Stellen entstanden, infolge ihrer relativen Kleinheit einerseits und der gewaltigen Bewegungen auf der feurig-flüssigen Oberfläche des Sonnenkörpers andererseits an wärmern Stellen sich wieder in der allgemeinen Glutmasse auflösen und hiermit die Erscheinungen der sogenannten Sonnenflecken hervorbringen. Solange die Schlacken noch nicht durch größere Ausdehnnng und Consistenz in ihrer Beweglichkeit auf der feurig-flüssigen Sonnenoberfläche gehemmt sind, werden sie, analog den erratischen Felsblöcken in schwimmenden Eisschollen, vermöge der Centrifugalkraft des rotirenden Sonnenkörpers nach den Aequatorialgegenden getrieben werden, wie denn in der That die überwiegende Mehrzahl der Sonnenflecken nur in einer bestimmten Aequatorialzone beobachtet wird. *)

Man wird demnach die Bildung von Sonnenflecken, wenn man diesen Namen auch auf andere Fixsterne zur Bezeichnung der beginnenden Schlackenbildung anwendet, als ein Uebergangs-

*) Inwieweit die Beobachtungen Carrington's, Spörer's und Weber's hiermit übereinstimmen, vgl. oben S. 349 und 417.

stadium der zweiten zur dritten Periode betrachten können. Dieser Uebergang muß bei den Fixsternen nach der Analogie aller uns bekannten Abkühlungsprocesse, von bestimmten Aenderungen in der Intensität und Farbe des ausgesandten Lichts begleitet sein. Wir wissen, daß alle uns bekannten Körper vom glühenden in den nichtglühenden Zustand durch das Stadium der Rothglut übergehen und daß sie demgemäß außer der allmählichen Abnahme des Lichts auch eine Farbenänderung in dem angedeuteten Sinne erleiden müssen. Die gleichzeitig mit diesen Erscheinungen fortschreitende Schlackenbildung muß bei der vorausgesetzten Rotation sämmtlicher Fixsterne nothwendig das Phänomen periodisch veränderlicher Sterne erzeugen. Rothglut und Schlackenbildung sind gleichzeitige Erscheinungen derselben Entwickelungsphase und simultane Wirkungen ein und derselben Ursache, nämlich eines bestimmten Temperaturzustandes der sich abkühlenden Weltkörper.

Hiermit sind dieselben in die dritte Periode eingetreten, welche bei weitem die Mehrzahl derjenigen Erscheinungen umfaßt, die wir außer den Ortsveränderungen an den Himmelskörpern wahrnehmen. In dieser Periode befinden sich alle in Licht und Farbe veränderlichen Sterne. Die Farbe eines Fixsterns ist jedoch außer von dem Grade des Glühens auch noch von der Absorptionsfähigkeit seiner Atmosphäre für Strahlen verschiedener Brechbarkeit abhängig*), die rothe Farbe also nicht nothwendig als das Zeichen einer mehr vorgeschrittenen Abkühlung zu betrachten, wie z. B. der Sirius im Verlauf derselben sich aus einem rothen in einen weißen Stern verwandelt hat. Im allgemeinen aber wird sich das Vorherrschen der rothen Farbe bei der Mehrzahl der veränderlichen Sterne dadurch erklären lassen, daß eine größere und ausgedehntere Schlackenbildung nothwendig auch eine schon mehr vorgeschrittene Abkühlung voraussetzt, in der alsdann die glühend-flüssige Masse des Sterns bereits in das Stadium der beginnenden Rothglut getreten ist. Mit dem Fortschreiten der Schlackenbildung, welche

*) Nicht auch von den Wechselbeziehungen bei Doppelsternen? Vgl. oben Note 130.

größere Strecken der Oberfläche dauernd verdunkelt, muß dann auch eine Veränderung der Helligkeit verbunden sein, welche sich bei der Rotation der Fixsterne als Lichtwechsel bemerklich macht. Die Unregelmäßigkeit dieser Lichtwechsel, namentlich das schnellere Anwachsen der Helligkeit bis zum Maximum, und das langsamere Abnehmen derselben bis zum Minimum sowie die durch Argelander nachgewiesenen Aenderungen in der Periodicität vieler Veränderlichen glaubt Zöllner durch die Form und Anordnung der Schlackenmassen in Verbindung mit der durch die Rotation hervorgebrachten Verschiebung derselben erklären zu können. Photometrische Experimente (vgl. S. 255 des Zöllner'schen Werks) scheinen ihm eine Bestätigung dieser Ansicht zu geben, auf welche schon früher mehrfach hingedeutet wurde. So z. B. sagt M. Heß in einem Aufsatze über die physische Beschaffenheit der Weltkörper (Zeitschrift „Das Jahrhundert", 1857): „Die Unregelmäßigkeit der Perioden ist eine natürliche Folge der Veränderlichkeit der Flecken, welche bei aller Stabilität doch ihren Ort und ihre Gestalt zuweilen ändern werden, solange die Oberfläche eines Weltkörpers nicht planetarisch abgekühlt ist." Mit der zunehmenden, sich allmählich zu einer dunkeln festen Decke gestaltenden Schlackenbildung vollzieht sich alsdann der Uebergang zur vierten Periode, der uns nur durch das allmähliche Verschwinden des Sterns bemerklich wird, ein Phänomen, welches zwar noch nicht sicher nachzuweisen, von dem aber einige Fälle, wie mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, bereits wirklich vorgekommen sind (vgl. oben S. 321).

Für die vierte oder Eruptionsperiode dagegen liefern die sogenannten neuen Sterne sichere Beispiele; denn, meint Zöllner, durch das plötzliche und gewaltsame Zerreißen einer bereits bis zum Nichtglühen erkalteten Schlackendecke muß nothwendig die von dieser Decke eingeschlossene Glutmasse hervordringen und auf diese Weise, je nach der Größe ihrer Ausbreitung, mehr oder weniger große Stellen des bereits dunkeln Körpers wieder leuchtend machen. Einem entfernten Beobachter kann sich eine solche Begebenheit nicht anders als durch das plötzliche Aufleuchten eines neuen Sterns ankündigen. Der berühmte Tychonische Stern sowie die übrigen

oben angeführten Beispiele (vgl. S. 297) würden also in diese Klasse gehören, und sich hierdurch auch alle die Einzelheiten erklären lassen, welche in Specialfällen bei plötzlich erschienenen und veränderlichen Sternen beobachtet worden sind. Ist die Eruption der feurig-flüssigen Masse eine weniger heftige und allgemeine als bei jenen hellauflodernden Sternen in der Kassiopeia und im Schlangenträger, sodaß nur ein bestimmter Theil des dunkeln Körpers davon überflutet wird, so erhält man einen plötzlich erschienenen Stern, der gleichzeitig, mit Rücksicht auf seine Rotation, ein veränderlicher ist. Außerdem können aber auch, bei noch nicht allzu starker Kruste, sich solche Eruptionen in kürzern Zeiträumen öfter wiederholen, sodaß alsdann Sterne mit sehr unregelmäßigem Lichtwechsel entstehen, wie bei dem neuen Stern im Schwan vom Jahre 1600 oder bei Mira Ceti und η Argus.

In ähnlicher Weise, wie hier Zöllner, suchte schon Kant das Verschwinden und Wiedererscheinen einiger Fixsterne zu einer Zeit zu erklären, wo noch so überaus wenig hiervon beobachtet worden war. Von der Ueberzeugung ausgehend, daß unsere Sonne, daß alle Sonnen der Fixsternwelt dereinst erlöschen werden, kommt schon er zu derselben Vermuthung, welche Zöllner jetzt näher zu begründen sucht. „Die abwechselnde Bestrebung ihres Feuers", sagt er S. 176 seiner „Naturgeschichte des Himmels", „durch die Eröffnung neuer Grüfte wiederum aufzuleben, wodurch sie sich vielleicht von ihrem Untergange etlichemal herstellt, könnte eine Erklärung des Verschwindens und der Wiedererscheinung einiger Fixsterne abgeben. Es würden Sonnen sein, welche ihrem Erlöschen nahe sind und die noch etlichemal aus ihrem Schutte aufzuleben trachten."

Sind die Fixsterne, wie die Spectralanalyse lehrt, glühende Massen, so ist eine solche „Eruptionsperiode" im Verlauf ihres Erkaltungsprocesses in der That wahrscheinlich; daß sie aber eine „physikalische Nothwendigkeit" sei, wie Zöllner, a. a. O., S. 258, meint, daß also ein jeder Fixstern dieselbe durchmachen müsse, scheint wol mehr als fraglich. Warum sollte nicht nach einmal geschehener Incrustation die vollständige Erkaltung regelmäßig fortschreiten und ohne solche Eruptionen vor sich gehen können? Darin aber wird man

Zöllner unbedingt beipflichten: „Wenn sich in Zukunft wieder ein derartiges Phänomen ereignen sollte und der Glanz nicht, wie beim Hind'schen Stern, zu schwach ist, so werden Spectralanalyse, Colorimetrie und Photographie entscheiden können, ob die oben aufgestellte Hypothese über die physische Ursache des plötzlichen Aufleuchtens neuer Sterne auch im Stande ist, die bei jenen Beobachtungen sich ergebenden Einzelheiten zu erklären." (Vgl. den Nachtrag.)

Mit diesem letzten Aufflammen eines Fixsterns in der Eruptionsperiode ist seine Entwickelung für unsere Sinne beschlossen; er tritt in seine fünfte und letzte Periode, in das Stadium der vollendeten Erkaltung, wird zu einer dunkeln Sonne, wie deren unzählige den Weltraum erfüllen. (Vgl. oben S. 98 und Note 13.)

Für die Planeten, auf welche wir in Abschnitt VII zurückkommen, gelten zwar dieselben Entwickelungsphasen, doch gestalten sich die letzten Perioden etwas verschieden. Durch die stattfindende Erwärmung und Erleuchtung von seiten eines Centralkörpers wird nämlich bei diesen die Periode der völligen Erstarrung hinausgeschoben; die feste Kruste, die sich auf der feurig-flüssigen Masse bildet, wird durch Zuführung von Licht und Wärme von außen geeignet, länger in einem gewissen Stadium der Entwickelung zu bleiben, und es wird durch Zusammenwirken verschiedener Ursachen die Möglichkeit der Bildung von Organismen entstehen, welche Organismen sich allmählich und je nach den gegebenen Bedingungen bis zum vollkommensten ausbilden werden. In einer solchen Entwickelungsphase befindet sich augenblicklich unsere Erde, in andern Phasen, je nach Maßgabe ihrer Massen, die übrigen Planeten, und zwar muß angenommen werden, daß ein Planet unter übrigens gleichen Umständen um so weiter vorgeschritten ist, je kleiner seine Masse ist. Als schließlicher und dauerndster Zustand kann die Bedeckung mit Schnee und Eis gelten.

Eine Stütze für diese Theorie findet Zöllner darin, daß man in jenen fünf Entwickelungsphasen die verschiedenen Perioden wiedererkennt, welche unsere Erde nach den Lehren der Geologie bereits durchlaufen hat. Inwieweit die Ergebnisse derselben wirklich hierfür sprechen, wird uns die „Geschichte der Erde" lehren. Aehnliche Ideen sind

allerdings schon 1680 von Leibniz in der „Protagaea" ausgesprochen worden. Seite 41 (der Uebersetzung von 1749) dieses „wilden Phantasiebildes", wie der „Kosmos" die „Protagaea" nennt, „die bisweilen dichterischer als die vielen metrischen Versuche desselben Philosophen", heißt es wörtlich: „Es ist glaublich, dasjenige, was nun dunkel ist, habe im Anfang gebrannt, sei hernach mit Wasser erfüllt und endlich nach abgesonderten Elementen in den gegenwärtigen Zustand versetzt worden. Einige Weltweisen behaupten fast ebendieses und erklären die Art dieser Absonderung deutlicher. Es hätten, sagen sie, einige große Weltkörper, wie etwa die Fixsterne oder unsere Sonne, für sich geleuchtet oder wären von ihrer Sonne ausgeworfen worden. Nachdem diese Materie ausgekocht und schäumig geworden war, wären diese Körper durch das Schmelzen der herausgetriebenen Schlacken überzogen worden; eben als wenn die Sonne durch vervielfältigte Flecken verhüllt würde, welche zu unsern Zeiten das gewaffnete Auge entdeckt hat und durch welche schon die Alten *) die Möglichkeit einer solchen Einhüllung, ja völligen Verdunkelung vermuthet haben. Durch die Menge solcher Materie sei die innerliche Hitze gedämpft worden und außen herum eine erkältende Rinde zu Stande gekommen. Daraus entstand ein dunkles Gestirn, das die Strahlen eines andern zurückwirft, wie die Planeten."

Schon in der „Protagaea" also finden sich jene Vorstellungen vor, welche durch die Hypothese von Kant und Laplace eine Bestätigung zu gewinnen schienen und jetzt die Grundlage der Zöllner'schen Theorie bilden.

Für die Fixsterne verläuft nach dieser Theorie die letzte Periode schneller als für die Planeten. „Bei Abwesenheit einer äußern Licht- und Wärmequelle erfolgt an der Oberfläche derselben eine sehr schnelle Temperaturerniedrigung, die es auch den Wasserdämpfen gestattet, sich niederzuschlagen, sodaß sich schließlich, bei immer weiter fortgeschrittener Abkühlung, der ganze Körper des ehemaligen Fixsterns mit einer ungeheuern Schnee- und Eiskruste bedeckt."

---

*) Vgl. dagegen S. 332.

Wie aber bei den Doppel- und mehrfachen Sonnen, deren Wechselbeziehungen Zöllner ganz außer Betracht läßt? (Vgl. Note 130 u. S. 251.)

Und was endlich wird nun aus den erstarrten „Weltleichen"?

Zöllner antwortet: „Dieser Zustand der Erstarrung kann nur durch äußere Einflüsse, wie z. B. durch die beim Zusammenstoß mit einem andern Körper entwickelte Wärme, wieder aufgehoben werden, wo alsdann, bei hinreichender Temperaturerhöhung, der geschilderte Entwickelungsproceß von neuem beginnt."

Man fühlt, die Theorie hat hier eine Lücke; es fehlt das Verbindungsglied, durch welches die Massen in den dunstförmigen Zustand wieder zurückkehren, aus dem sie nach eben dieser Theorie sich zu Weltkörpern gebildet haben. Ein zufälliger Zusammenstoß soll den Uebergang vermitteln! Aber ein Zufall ist keine wissenschaftliche Erklärung, ist, wie schon Demokrit sagte, nur eine Ausflucht menschlicher Unwissenheit. Solange der Zusammenstoß von Weltkörpern nicht als eine nothwendige Folge des Gesetzes erscheint, unter welchem das kosmische Leben steht, kann er nicht zur wissenschaftlichen Erklärung irgendeiner kosmischen Erscheinung dienen. Auch läßt sich ein solcher Zusammenstoß, wie M. Heß in dem obenerwähnten Aufsatz über die physische Beschaffenheit der Weltkörper bereits hervorgehoben hat, mit dem richtig aufgefaßten Gesetz der Gravitation nicht in Einklang bringen. Will man daher durch Speculation zu errathen suchen, worüber Beobachtung und Erfahrung noch keinen Aufschluß gegeben haben, so erscheint es folgerichtiger und dem gegenwärtigen Stande der Forschung entsprechender, mit Heß an die Nebulosen als die Vermittler jenes kosmischen Kreislaufs zu denken, da gerade deren Ausbildung zu Sternen und Astralsystemen vom Dasein solcher erstarrten und versteinerten Welten bedingt zu sein scheint. „Was die Nahrung für das organische Leben ist, das scheinen die erstarrten Welten für die neuentstehenden zu sein: Zehr- und Brennstoff, den die dilatirten Nebulosen zu ihrer Consolidirung als wirkliche Weltkörper nöthig haben. Woher sollten in der That die versteinerten Weltleichen zur Auflösung kommen im kalten Weltraum, woher die Nebulosen zur Massenhaftigkeit schwerer Weltkörper; wie sollte überhaupt die Oeko-

nomie der Natur, der Kreislauf des Stoffs, in der kosmischen Sphäre zur Ausführung gelangen, wenn nicht irgendwo ein Uebergang wäre aus den starren Fesseln des Todes zu den flüchtigen Bewegungen neuen Lebens? Wie überall im großen Haushalte der Natur, so müssen auch hier Tod und Leben ineinandergreifen, um den Kreislauf des Stoffs im Flusse zu erhalten.

Während des Verdichtungsprocesses großer Nebulosen muß eine Epoche eintreten, wo sie genug Wärme degagiren, um die erstarrten Sphären, mit welchen sie in Berührung kommen, aufzulösen und zu neuem Leben überzuführen. Solche Weltgerichte und Auferstehungsfeste, deren wir ganz analoge im organischen und socialen Leben haben — dort in den Erdrevolutionen, welche uns die Geologie kennen lehrt, hier in den großen Völkerrevolutionen, welche wir selbst erleben —, sind, wie Heß abweichend von Zöllner annimmt, die von Tycho und andern Beobachtern wahrgenommenen Erscheinungen neuer Sterne. Die jungen Welten sind die Brandstifter, welche während ihrer Entwickelung mit den alten abgestorbenen, versteinerten in Conflict gerathen und uns das erhabene Schauspiel einer himmlischen Revolution aufführen. Tod und Auferstehung, Erstarrung und Auflösung sind die Mittel der ewigen Reproduction. Kein zufälliges Zusammenstoßen, ein fundamentales Gesetz, das sich in allen Lebenssphären wiederfindet, ist demnach die Ursache jener kosmischen Revolutionen, welchen gegenüber die geologischen Kataklysmen ebenso unbedeutsam erscheinen, wie diesen letztern gegenüber die socialen Stürme unserer Weltgeschichte. Solche Lebensprocesse wiederholen sich in der That nicht nur im Gesammtleben der drei Sphären, sondern auch die kleinsten Bestandtheile derselben, die Atome der kosmischen, die Keime der organischen, die Ideen der socialen Welt, sie erleben in den flüchtigen Momenten ihres Daseins ähnliche Erstarrungs- und Erlösungsprocesse. Ein und dasselbe Gesetz ist es, welches die kosmischen, organischen und socialen Lebensprocesse hervorruft, hier im einzelnen und kleinen, dort im ganzen und großen.

Von einem Schwerpunkte, von einfachen Licht- und Lebenskeimen aus, entfalten sich Welten und ganze Organismenreihen, weltgeschichtliche Völker und Civilisationen, welche in letzter Instanz die

ganze Menschheit umfassen. Die kosmische, organische und sociale Sphäre sind nur verschiedene Entwickelungsstufen eines Lebens. Uebergänge füllen überall die Kluft aus von einer Sphäre zur andern, von einer niedrigern Entwickelungsstufe zu einer höhern. Vom kosmischen zum organischen Leben, welches sich auf der starren Oberfläche der Weltkörper entfaltet, dient der Krystallisationsproceß, vom organischen zum socialen dient das animale Seelenleben als Brücke. Von der unendlichen Ausdehnung, die wir fälschlich den „leeren Raum" nennen, zu den Anfängen des kosmischen Lebens, die wir soeben kennen gelernt haben, dient als Uebergang der ursprüngliche Bildungsproceß von Schwerpunkten oder Aetheratomen, welche sich zunächst als Kometen und Nebulosen unserm Auge und Forscherblick darbieten.

Wie wenig aber ist bisher von der wahren Natur der Nebulosen erkannt!

Ebendarum sind alle diese Theorien nichts als vorgreifende Ahnungen, als solche aber berechtigt und nothwendig, denn sie regen die Forschung an und richten den Blick auf das Allgemeine, auf den großen Causalzusammenhang der Erscheinungen.

Mögen daher auch weitere Beobachtungen und Erfahrungen die Voraussetzungen als irrig erkennen lassen, von welchen diese Theorien ausgehen, das wenigstens wird durch alle spätern bestätigt werden, daß jener große kosmische Kreislauf stattfindet, sei es in dieser, sei es in jener Weise. (Vgl. S. 361.)

Schon jetzt sind die Ideen W. Herschel's, daß wir in den Nebulosen die Embryozustände der Weltkörper vor uns sehen, neuem Zweifel unterworfen worden. Schien es auch anfänglich, als sollten sie durch das Ergebniß der spectralanalytischen Untersuchungen, durch welche die gasförmige Natur vieler Nebelflecken erkannt wurde, eine Bestätigung erhalten, so erklärt doch neuerdings wiederum einer der gründlichsten Forscher auf diesem Gebiete (Huggins in einem Vortrage vom 19. Mai 1865): „Die Einförmigkeit und die ungemeine Einfachheit der Spectra aller dieser Nebelflecken widersprechen der Ansicht William Herschel's, daß diese gasförmige Nebelmasse eine «nebelartige Flüssigkeit» sei, aus welcher die Fixsterne auf dem Wege der Fällung und

der Verdichtung entstanden seien. In einer solchen Urflüssigkeit müßten sich alle Elemente vorfinden, welche in der Zusammensetzung der Sterne auftreten. Wenn dieselben in den Nebelflecken existirten, so müßten die Spectra ihres Lichts ebenso viele helle Streifen enthalten, als die Spectra der Sterne dunkle Streifen besitzen." Diese Beobachtungen scheinen also für die Meinung zu sprechen, daß jene Nebelflecken gasförmige Systeme sind, welche eine Structur und eine Bestimmung im Universum haben, völlig verschieden von den großen Massen, zu denen die Sonne und die Fixsterne gehören. Indeß sagt doch Huggins auch: „Eine fortschreitende Formation von einem gewissen Charakter ist uns angezeigt durch die Gegenwart von Partien, die mehr condensirt sind, und durch die Anwesenheit eines Kernes bei mehrern Nebelflecken." Könnten also nicht doch vielleicht die Ideen W. Herschel's der Wirklichkeit entsprechen? Könnten nicht die abgestorbenen zerstäubenden Welten den Stoff liefern, der, von gasförmigen Nebulosen aufgenommen, die Bildung jener Kerne möglich macht, die uns dann in diesen auf fortgeschrittener Stufe der Ausbildung stehenden Nebeln neben den hellen Linien des Spectrums die ersten Spuren der dunkeln Linien eines Sternspectrums wahrnehmen lassen? Doch erst Jahrhunderte hindurch fortgesetzte Beobachtungen werden hier zu sichern Einblicken führen. Erst wenn von Zeit zu Zeit so vollständige und genaue Kataloge der Nebelflecken erschienen sein werden wie der neueste, 5078 Nebelflecken enthaltende J. Herschel'sche „Allgemeine Katalog", wenn es dann möglich sein wird, die Veränderungen näher festzustellen, die in jener Nebelwelt stattfinden, und wenn dann zugleich auch von Generation zu Generation fortgesetzte spectralanalytische Untersuchungen werden erkennen lassen, ob eine Entwickelung derselben in dem angedeuteten Sinne stattfindet, dann erst wird sich die sichere Antwort auf jene großen Fragen finden lassen. Vielleicht daß alsdann auch erkannt wird, ob und wie die in den Nebulosen vorgehenden Veränderungen in Beziehung zu denen stehen, welche die in oder nahe bei ihnen sichtbaren Fixsterne zeigen.

Möglich aber auch, daß es nicht die fernen Nebelflecken, daß es vielmehr die uns nähern Himmelskörper, die Meteor-Asteroiden und

Kometen sein werden, deren Erforschung uns die ersten sichern Einblicke in die Embryologie der Weltkörper gewinnen läßt und uns vielleicht wieder zu völlig neuen Vorstellungen führt. Wollten doch auch die Kometen sich der Hypothese von Laplace schon so wenig anbequemen lassen, daß er selbst meinte: „Les comètes sont étrangères au système planétaire"; wie denn auch diese räthselhaften Gebilde in der Zöllner'schen Theorie keinen Platz gefunden haben.

Doch es muß den folgenden Abschnitten vorbehalten bleiben, auf die Genesis der Weltkörper näher einzugehen. Hier sollte durch Mittheilung der neuesten Theorien nnr angedeutet werden, wo wir in diesem Augenblick stehen, wie uns die Theorie Zöllner's von dem Umschwung Kunde bringt, der sich gegenwärtig in der Astronomie vollzieht, wie nunmehr die physische Beschaffenheit der Himmelskörper als Hauptgegenstand der Forschung in den Vordergrund tritt. Noch freilich stehen wir hier in den ersten Anfängen; noch hat sich das Spiel der Kräfte nicht enthüllt, durch welches alle jene lebensvollen Processe zu Stande kommen, auf deren Dasein uns die wundersamen, in der Sternenwelt vorgehenden Veränderungen schließen lassen. Aber die Bahn ist gebrochen. Die Weltkörper haben aufgehört, lediglich „homogene gravitirende Materie" für uns zu sein, seitdem die Meteore, die Spectralanalyse und die Photometrie die Möglichkeit eröffnet haben, der Stoffverschiedenheit, der physischen Beschaffenheit, der Constitution der Weltkörper auf die Spur zu kommen. Jetzt dürfen wir hoffen, daß an Stelle dessen, was man bisher als „physische Astronomie" zu bezeichnen pflegte, in nicht allzu ferner Zukunft eine wahre „Physik des Himmels" möglich werden wird. Erst diese wird uns sichere Einblicke in die Ursachen aller jener Veränderungen gewinnen lassen, die sich in immer größerer Fülle offenbaren, wird uns vielleicht auch mit der Erkenntniß dieser Ursachen Grund und Ursache dessen finden lassen, was als Gravitation zur Erscheinung kommt *), wird uns hiermit zu einer Physiologie des Kosmos gelangen lassen.

Liegt dieses Ziel auch noch in unbestimmter Ferne, wird es die Wissenschaft auch erst auf noch ungeahnten Staffeln der Entwickelung

---

*) Vgl. S. 41 und Note 136.

erreichen: wir haben entsagen gelernt, glauben nicht mehr, „das Princip gefunden zu haben, aus dem alles Veränderliche der Körperwelt, der Inbegriff aller sinnlich wahrnehmbaren Erscheinungen erklärt werden könne"; wir 'wissen, „daß überall, wo das Gesetzliche in kosmischen Betrachtungen nur durch vielumfassenden Vergleich des Einzelnen erkannt werden kann, alles, was wir nach dem jetzigen Zustande der Wissenschaft zu wissen glauben, nur ein ärmlicher Theil von dem ist, was das nächstfolgende Jahrhundert bringen wird"; aber wir wissen auch, daß, wie wenig es auch ist, was eine jede Zeit beizutragen vermag, sei es durch Ahnung und Speculation, sei es durch Beobachtung und Erfahrung: es ist ein Farbenstift in dem unendlich reichen, durch die ineinandergreifende Arbeit der Jahrtausende sich auferbauenden Mosaikbilde der Welt.

Wie sich dieses Bild der Welt dem durch alle Jahrhunderte wirksamen Streben immer großartiger und wunderbarer enthüllt hat, wie uns dieses Streben erkennen läßt, daß die Menschheit ihre Aufgabe im gleichen Sinne erfaßt hat wie einst Anaxagoras, als er auf die Frage: „Um weswillen wol jemand lieber erwählen möchte, geboren zu sein, als nicht geboren zu sein", die schöne Antwort gab: „Um den Himmel zu betrachten und die ganze Einrichtung der Welt"; so wird die Menschheit beharren in diesem Ringen nach Erkenntniß, solange das Wort unsers großen Denkers seine nie versiegende Kraft bewährt: „Zwei Dinge erfüllen das Gemüth mit immer neuer und zunehmender Bewunderung und Ehrfurcht: der gestirnte Himmel über uns und das ethische Gesetz in uns."

Ruhelos angeregt hierdurch, wird die Menschheit tiefer und tiefer eindringen in die Geheimnisse des Weltlebens, wird sie dem letzten Ziele des Forschens näher und näher kommen: der Erkenntniß des höchsten Gesetzes, unter welchem Natur und Geschichte stehen, der Mahnung Goethe's getreu:

Doch ihr, die echten Göttersöhne,
Erfreut euch der lebendig reichen Schöne,
Das Werdende, das ewig wirkt und lebt,
Umfass' euch mit der Liebe holden Schranken,
Und was in schwankender Erscheinung schwebt,
Befestiget in dauernden Gedanken.

6.

Nachtrag.

Der Druck dieses Bandes war noch nicht beendet, als eine unerwartete Erscheinung in der Sternenwelt wiederum völlig neue Aufschlüsse über manche der in demselben angeregten Fragen in Aussicht stellte, wie als wolle der Himmel selbst daran erinnern, daß es verfrüht ist, alle Veränderungen, die wir an den Himmelskörpern wahrnehmen, durch eine allgemeine Theorie erklären zu wollen. Das Jahr 1866 sollte sich wiederholen sehen, was seit Kepler's und Tycho's Tagen der Menschheit zu schauen nicht vergönnt war: das plötzliche Auflodern eines hellen Sterns von mehr als zweiter Größe. (Vgl. S. 319.)

In der Nacht des 12. Mai ist nahe bei ε in der nördlichen Krone (also ähnlich wie der Stern des Mönchs von St.-Gallen fern von der Milchstraße, vgl. Note 177) urplötzlich ein heller Stern aufgeflammt. An den unmittelbar vorhergehenden Tagen, am 3., 10. und selbst am 12. Mai bis 11 Uhr abends, war an dieser Stelle ganz bestimmt kein Stern von auch nur fünfter Größe vorhanden, wie J. Schmidt in Athen versichert, der an diesen Abenden gerade jene Gegend des Himmels nach Meteoren durchsucht hat und den Stern unfehlbar sofort bemerkt haben würde, da er die regelmäßige Figur der Krone auffallend verändert. Noch in eben dieser Nacht aber sah ihn John Birmingham in Tuam (Irland) als Stern von mehr als zweiter Größe leuchtend am Himmel stehen. Ebenso Fargubar in Nordamerika. Am 13. Mai wurde er dann auch von Schmidt und fast gleichzeitig von Courbebaisse in Rochefort bemerkt, aber nur noch zweiter bis dritter Größe geschätzt. Am 14. wurde er in Amerika auch von Chandler aufgefunden und seine Größe auf 2,8 bis 2,9 angegeben. Am 15. Mai sah ihn Baxendell als Stern dritter Größe. Andere schätzten ihn 3,5 Größe, am 16. Mai bereits unter vierter Größe und am 18. Mai nur noch

5,5 Größe. Am 19. Mai beobachtete ihn Hind noch als einen schönen Stern sechster Größe, der beim ersten Anblick auffiel. Bald darauf wurde er für das unbewaffnete Auge unsichtbar. Am 21. und 22. Mai gab ihm Argelander die Größen 7,1 und 7,5, und am 23. Mai schätzte ihn Peters in Clinton schon achter Größe. Seitdem ist er bis unter die neunte Größe herabgesunken und hat damit anscheinend seine normale Helligkeit erreicht. Denn er ist, wie sich herausgestellt hat, kein neuer Stern, sondern mit dem schwachen Stern neunter bis zehnter Größe identisch, welcher im großen Argelander'schen Katalog nach Beobachtungen von 1855 und 1856 an derselben Stelle in + 26° unter Nr. 2765 aufgeführt ist. „Ist dieser Stern periodisch veränderlich", fragt Argelander, „oder war es nur ein einmaliges Aufblitzen? Die Zeit wird es lehren" und uns hiermit zugleich der sichern Beantwortung der am Schluß der Note 152 (S. 279) gestellten Frage näher bringen.

Schon jetzt aber hat die spectralanalytische Untersuchung dieses merkwürdigen Sterns unverhoffte Einblicke in die wahrscheinlichen Ursachen seines Aufblitzens möglich gemacht. Bereits am 16. Mai wurde er von Miller und Huggins der Spectralanalyse unterworfen. Er war damals noch vollkommen fünfter Größe, heller als ε Coronä. Das Ergebniß dieser Untersuchung war: das Licht des Sterns ist zusammengesetzt und fließt aus zwei verschiedenen Quellen. Jedes Licht gibt für sich ein Spectrum. Das Hauptspectrum ist analog dem der Sonne und der gewöhnlichen Fixsterne. Das zweite, über dem ersten befindliche Spectrum besteht aus fünf brillanten Streifen, welche zu dem Schluß berechtigen, daß es seinen Ursprung gasförmigen Materien verdankt, die sich in dem Zustande einer sehr bedeutenden Temperaturerhöhung befinden.

Zu einem ähnlichen Resultat haben die Untersuchungen von Wolf und Rayet in Paris geführt. Auch diese schließen aus dem Spectrum des Sterns, bei welchem sich eine Anzahl hellleuchtender Streifen abhebt, wie sie bisher nur bei dem Lichte der Nebelflecken und der Atmosphäre der Kometen beobachtet wurden, daß der neue Stern seinen plötzlichen Glanz hauptsächlich verbrennenden Gasen verdankt. (Vgl. Note 178, S. 385, und die Note zu S. 420.)

Miller und Huggins fügen noch hinzu: „Das plötzliche Aufflammen des Sterns und das rasche Vergehen des Lichts führt wieder auf die in frühern Zeiten kühn ausgesprochene Hypothese hin, daß infolge einer großen innern Revolution (vgl. S. 277) eine ansehnliche Menge von Wasserstoffgas oder anderer Gase aus dem Himmelskörper sich entwickelt habe. Das Wasserstoffgas erzeugte bei der Verbrennung mit irgendeinem andern Elemente ein Licht, welches durch die hellen Linien

angedeutet war; zu gleicher Zeit aber erhitzte das verbrennende Gas den festen Kern oder die Photosphäre bis zu heftigem Erglühen."

Hiermit hätte also in der That die Vermuthung, durch welche Zöllner das Erscheinen der neuen Sterne vom Standpunkt seiner Theorie zu erklären suchte (vgl. oben S. 439), unerwartet schnell eine merkwürdige Bestätigung gefunden, wenn auch vielleicht noch andere Ursachen ähnliche Erscheinungen hervorbringen. In den Nachträgen zu seinen „Photometrischen Untersuchungen" (S. 318) sagt Zöllner nämlich wörtlich: „Um die starke Lichtentwickelung der plötzlich erschienenen Sterne begreiflich zu finden, muß man berücksichtigen, daß die hervorquellende, zum Theil vielleicht metallische Glutmasse mit einer Atmosphäre in Berührung kommt, welche unter dem Einfluß einer längern Abkühlung bereits aus Gasen bestehen kann, die in Berührung mit glühenden Metallmassen einen sehr lebhaften Verbrennungsproceß einzuleiten im Stande sind."

Jedenfalls scheint nach den Beobachtungen von Huggins der Wasserstoff eine wichtige Rolle bei den Veränderungen zu spielen, die wir in der Sternenwelt wahrnehmen (vgl. Heis' Wochenschrift, 1866, S. 196). Auch kosmisches Gewölk scheint betheiligt, wenn auch in anderer Weise als man geglaubt hat (vgl. oben S. 283); wenigstens haben Miller und Huggins bei der Beobachtung des neuen Sterns am 16. Mai einen matten Nebel bemerkt, welcher sich in geringer Entfernung rings um den Stern erstreckte und an der äußern Grenze stufenweise verschwand. Die sorgfältige Vergleichung mit den benachbarten Sternen ergab, daß die nebelige Erscheinung dem Sterne selbst zuzuschreiben sei. An den spätern Abenden waren keine bestimmten Anzeichen irgendeines Nebels um den Stern herum zu erkennen. Immerhin aber scheint auch dieser Nebel mit dem Aufblitzen des Sterns in Verbindung zu stehen; wie denn überhaupt die neuesten Beobachtungen von Huggins über die Lichtveränderungen der im Trapez des Orionnebels eingeschlossenen kleinen, zum Theil nur gelegentlich aufblitzenden Sterne (Monthly Notices, Jan. 1866) und die schon früher wahrgenommenen Veränderungen in dem Aeußern sowie in der Lichtintensität verschiedener Regionen des großen Orionnebels selbst den oben (Note 159) angedeuteten Zusammenhang immer wahrscheinlicher werden lassen, wenn auch die vorliegenden Beobachtungen noch nicht ausreichen, um die Zusammengehörigkeit jener kleinen Sterne mit dem System des großen Nebels sicher erkennen zu lassen.

Auch die oben (S. 232) am Schluß der Note 118 ausgesprochene Vermuthung, daß das so verschiedene Funkeln der Sterne nicht lediglich als Interferenzerscheinung zu betrachten, vielmehr wol auch durch den

eigenthümlichen Lichtproceß der Sterne wenigstens mit bedingt sei, scheint in der Beobachtung Quetelet's eine Bestätigung zu finden, „daß das Licht des neuen Sterns mehr zu funkeln schien als das der benachbarten Sterne". Auch die neuen Sterne Tycho's und Kepler's funkelten auffallend stark (vgl. S. 300), und wenn Quetelet ferner berichtet: „Am 19. Mai zeigte sein Glanz starke Veränderung, während α, γ, δ und ε Coronä wenig funkelten; zuweilen war sein Glanz nahe dem von δ gleich, dann aber wurde das Licht merklich schwächer" — so erinnert dies nicht minder an die freilich noch auffallendern Lichtwechsel des Sterns vom Jahre 1012 (vgl. S. 314).

Die weitere Beobachtung und Untersuchung dieses merkwürdigen Sterns und die spectralanalytischen und photometrischen Untersuchungen der veränderlichen Sterne überhaupt (vgl. Note 170) werden uns der Erkenntniß der wahren Ursachen dieser Veränderungen näher und näher bringen und ohne Zweifel wol bestätigen, was wir oben (vgl. S. 286, 289 u. a.) angedeutet haben, daß, wenn auch vielerlei Ursachen zusammenwirken, um diese Erscheinungen hervorzubringen, doch immer der letzte Grund in der eigenthümlichen, unendlich verschiedenartigen Organisation der Himmelskörper zu suchen ist, und daß ebendeshalb nur durch unausgesetzte, sich gegenseitig ergänzende Beobachtungen und Erforschungen aller jener wunderbar mannichfaltigen Erscheinungen allmählich mehr und mehr von den noch so dunkeln Problemen zu lösen gelingen wird.

Wie plausibel daher auch jene Theorien scheinen mögen, die schon jetzt von einem allgemeinen Gesichtspunkte aus alle Veränderungen in der Sternenwelt als nothwendige Folge des Erkaltungsprocesses der Weltkörper glauben erklären zu können, bleiben wir bei denselben wenigstens eingedenk der letzten Worte des unsterblichen Verfassers der „Mécanique céleste": „Was wir wissen, ist nicht viel; was wir nicht wissen — unermeßlich."

Druck von F. A. Brockhaus in Leipzig.

Berichtigungen.

Seite 13, Zeile 18 v. o., statt: ex, lies: sex
» 35, » 12 v. u., st.: mirumque, l.: mirum quo
» 45, » 7 v. u., st.: auch, l.: uns
» 66, » 2 v. o., st.: Erdmeilen, l.: Erdweiten
» 69, » 11 v. u., st.: umfaßbar, l.: unfaßbar
» 90, » 5 v. u., st.: Ophinchi, l.: Ophiuchi
» 90, » 5 v. u., st.: dies, l.: die Darstellung einer Kepler'schen Ellipse
» 92, » 14 v. o., st.: ζ, l.: ξ
» 93, » 9 v. o., st.: dunkeln, l.: dunkle
» 109, » 5 v. u., st.: beschrieben, l.: beschreiben
» 193, » 11 v. u., ist die eingeklammerte Stelle zu lesen: (das sind die Endpunkte der bis zum scheinbaren Himmelsgewölbe verlängerten Knotenlinie, der Durchschnittslinie ihrer eigenen und der Erdbahn)
» 195, » 17 v. o., st.: Sonne, l.: Venus
» 196, » 12 v. o., ist statt ; ein — zu setzen.
» 198, » 12 v. o., st.: nur, l.: nun
» 275, » 1 v. u., st.: veränderliche, l.: Veränderliche
» 328, » 9 v. u., st.: Anschauungen, l.: Anschauung
» 347, » 5 v. o., st.: subsectiver, l.: subjectiver
» 373, » 7 v. o., st.: Erkennniß, l.: Erkenntniß
» 374, » 7 v. u., st.: 88, l.: 99
» 384, » 17 v. o., st.: S., l.: Nr.
» 400, » 2 v. o., st.: der Abhandlung, l.: den Abhandlungen
» 423, » 5 v. u., st.: Phänomen, l.: Phänomenen
» 426, » 2 v. o., st.: uranalogische, l.: uranologische
» 433, » 2 v. o., st.: Decsartes, l.: Descartes
» 434, » 10 v. u., st.: sowie, l.: wir

